



Pembelajaran Berbasis Permainan Digital untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika: Studi Literatur

Edi Susanto^{1*)}

Universitas Negeri Yogyakarta

Arif Usman²⁾

Universitas Negeri Yogyakarta

*Corresponding author, e-mail: edisusanto.2022@student.uny.ac.id

Received 02-01, 2024;

Revised 02-01, 2024;

Accepted 02-01, 2024;

Published 08-31, 2024

Conflict of Interest

Disclosures:

The authors declare that they have no significant competing financial, professional or personal interests that might have influenced the performance or presentation of the work described in this manuscript.



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2017 by author

Abstract: *Digital games such as video games or computer games have been widely reported in research to have a positive impact on students' cognitive and non-cognitive aspects. This literature review (a) investigates the current trend of digital game-based learning by reviewing research studies on the use of digital game-based learning in mathematics learning (b) describes how digital games in mathematics learning can improve problem solving skills, and (c) discusses future directions for researching problem solving in mathematics learning by integrating digital game technology. In total, 87 studies were reviewed. However, only 30 studies were identified as empirical research and systematically analyzed to investigate current research trends. From the results of this literature review, there were many studies that used and implemented digital game-based mathematics learning and had an impact on improving problem-solving skills such as organizing strategies, facing challenges, and reflecting after completing missions. This literature review will contribute to the research community interested in using digital game-based learning in mathematics learning that focuses on problem-solving skills.*

Keywords: *Digital Game Based Learning, Mathematics Learning, Problem Solving Skills*

Abstrak: Permainan digital seperti video game atau permainan komputer telah banyak dilaporkan dalam penelitian memberikan dampak yang positif terhadap aspek kognitif dan non kognitif siswa. Studi literatur ini (a) menyelidiki tren saat ini dari pembelajaran berbasis permainan digital dengan meninjau studi penelitian tentang penggunaan pembelajaran berbasis permainan digital pada pembelajaran matematika (b) mendeskripsikan permainan digital pada pembelajaran matematika dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, dan (c) membahas arah masa depan untuk meneliti pemecahan masalah pada pembelajaran matematika dengan mengintegrasikan teknologi permainan digital. Secara keseluruhan terdapat 87 penelitian yang dikaji. Namun, hanya ada 30 penelitian yang diidentifikasi sebagai penelitian empiris dan dianalisis secara sistematis untuk menyelidiki tren penelitian saat ini. Dari hasil kajian literatur ini banyak ditemukan bagaimana penelitian yang menggunakan dan menerapkan pembelajaran matematika berbasis permainan digital dan berdampak dengan meningkatnya kemampuan pemecahan masalah seperti mengatur strategi, menghadapi tantangan dan berefleksi setelah menyelesaikan misi. Studi literatur ini akan berkontribusi bagi komunitas penelitian yang

tertarik untuk menggunakan pembelajaran berbasis permainan digital pada pembelajaran matematika yang berfokus pada keterampilan pemecahan masalah.

Kata Kunci: Pembelajaran Berbasis Permainan Digital, Pembelajaran Matematika, Kemampuan Pemecahan Masalah

Pendahuluan

Era digital berkembang begitu pesat dan menghadirkan teknologi inovasi salah satunya pembelajaran berbasis permainan digital (Digital Game-Based Learning/DGBL) yang didesain secara khusus untuk tujuan pendidikan (Wouters et al., 2013). Penggunaan permainan digital yang edukatif dalam pembelajaran memberikan dampak bagi perkembangan kognitif dan non kognitif siswa (Vanbecelaere et al., 2020). Perkembangan kognitif meliputi kemampuan pemahaman, kinerja dan hasil belajar sedangkan non kognitif mempengaruhi minat, motivasi dan kepercayaan diri. Penggunaan permainan digital adalah praktik yang efektif dalam memberikan dukungan pendidikan (Al Khateeb, 2019). Permainan digital yang bersifat mendidik (educational), dirancang/dipilih oleh guru dengan memperhatikan kebutuhan belajar siswa.

Pemberian permainan edukatif digital kepada siswa dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (H. Bai et al., 2012 & Yang et al., 2022). Permainan edukatif digital dapat memberikan kemudahan akses terhadap pelajaran dan meningkatkan kinerja siswa belajar (Jarrah et al., 2022, Shirkarami et al., 2020 & Barzilai & Blau, 2014). Dengan munculnya motivasi belajar dari siswa dengan penggunaan permainan digital di kelas tentu harus diiringi motivasi guru dalam merancang pembelajaran berbasis permainan digital. Permainan digital dipilih hanya sebagai media atau alat bantu yang bisa digunakan untuk menunjang pembelajaran. Diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi pembelajaran.

Selain unsur motivasi yang menimbulkan rasa senang dan daya tarik, penggunaan permainan digital dapat meningkatkan fungsi kognitif seperti fungsi eksekutif, perhatian, konsentrasi, kontrol diri, empati, dan koneksi kelompok siswa (Antonopoulou et al., 2022). Dengan memperhatikan dampak yang positif pada fungsi kognitif dari penggunaan permainan digital bagi siswa, guru dapat menggunakan pendekatan pembelajaran yang tepat dengan mengintegrasikan permainan digital sebagai pilihan. Hal ini tergantung pada tujuan pembelajaran yang hendak dicapai dan proporsi yang diberikan harus tepat dengan menyeimbangkan pemahaman konsep dan kemampuan lain yang hendak diasah.

Pada pembelajaran matematika sendiri, penggunaan permainan edukatif dapat mendukung pembelajaran pemahaman konsep pecahan (Zhang et al., 2020). Pada permainan edukatif digital tahapan - tahapan pemahaman konsep pecahan dapat dirancang menggunakan visualisasi dan simulasi bentuk - bentuk geometris yang menggambarkan nilai pecahan. Rasa ingin tahu siswa terbangun dengan kuatnya motivasi dan daya tarik permainan sehingga menimbulkan proses berkelanjutan dari mempelajari pecahan. Selain konsep pecahan, permainan digital memungkinkan siswa memahami prosedur dalam mengoperasikan aritmetika pada pecahan itu sendiri. Pada struktur permainan digital yang dibagi dalam level atau tingkatan memungkinkan siswa melakukan percobaan, tidak ada rasa

khawatir ketika mendapatkan kesalahan, sehingga pembelajaran secara aktif berpusat pada siswa.

Selain untuk memberikan penguatan pemahaman konsep, penggunaan permainan edukatif digital juga dapat digunakan untuk mengasah kemampuan pemecahan masalah (Jarrah et al.,2022). Permainan dirancang untuk memungkinkan adanya kolaborasi dalam bentuk tim yang secara bersama - sama untuk menyelesaikan suatu masalah. Masalah yang dipecahkan ini tentunya dapat dihubungkan dengan konten pembelajaran yang dipelajari oleh siswa. Pemecahan masalah saat ini menjadi fokus dalam kurikulum nasional, NCTM maupun negara OECD pada pembelajaran matematika. Pada zaman digital seperti era saat ini dan era mendatang, siswa memiliki potensi untuk memanfaatkan teknologi dalam pemecahan masalah. Begitu pun pada pembelajaran matematika di sekolah, guru hendaknya memfasilitasi siswa dengan mendesain pembelajaran untuk mengasah kemampuan pemecahan masalah. Pembelajaran dengan berbantuan teknologi berkorelasi dengan mengasah kemampuan pemecahan masalah (Carreira et al., 2016). Dengan hadirnya teknologi sangat disayangkan jika tidak mengoptimalkan suatu desain pembelajaran yang berbasis pemecahan masalah.

Untuk memberikan penilaian terhadap dampak atau pengaruh permainan digital terhadap kemampuan pemecahan masalah digunakan analisis hasil reviu beberapa penelitian terdahulu. Beberapa studi meta analisis menemukan isu - isu dampak penggunaan permainan edukatif digital terhadap hasil belajar matematika. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Tokac et al., (2019) dimana fokusnya hanya untuk melihat dampak penggunaan permainan matematika berbentuk video terhadap hasil belajar tetapi tidak spesifik kepada kemampuan matematika (skill). Sedangkan menurut Clark et al., 2016 penting sekali merancang sebuah permainan dan menyesuaikannya dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai. Selain itu, perancangan permainan juga harus didukung dengan adanya umpan balik (feedback) dan scaffolding sehingga siswa dapat menyelesaikan tugas yang diberikan dan dapat memecahkan masalah (Abdul Jabbar & Felicia, 2015).

Studi meta analisis yang dilakukan Byun & Joung (2018) bahwa pembelajaran berbasis permainan digital telah banyak diterapkan oleh guru. Selama 14 tahun sebelumnya, terdapat 300 studi yang meneliti dampak penggunaan permainan digital terhadap pembelajaran matematika. Dari sekian banyaknya penelitian yang telah dilakukan dan melaporkan berbagai efektivitas penggunaan permainan digital namun masih banyak yang menyarankan untuk meningkatkan kualitas bukan kuantitas. Kualitas yang dimaksud bahwa permainan digital bukan hanya sekedar memindahkan konten matematika pada metode tradisional saja tetapi kemampuan siswa bermatematika harus lebih menjadi fokus, terutama kemampuan pemecahan masalah matematika.

Mempertimbangkan isu - isu yang telah diangkat dalam studi meta analisis tentang pembelajaran berbasis permainan digital, dasar pemikiran dari reviu ini adalah permainan digital dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (problem solving skill). Untuk mengasah kemampuan pemecahan masalah matematika sebenarnya bisa menggunakan strategi pembelajaran berbasis masalah tanpa menggunakan teknologi. Namun, dengan memanfaatkan teknologi sebagai alat bantu dalam pembelajaran di era digital setidaknya dapat membantu guru memfasilitasi pembelajaran yang tidak monoton. Permainan digital dapat meningkatkan prestasi akademik dan motivasi siswa (Hawlitcheck & Joeckel, 2017,

Wang et al., 2022 dan Yang et al., 2022), minat dan motivasi siswa belajar matematika (S. Bai et al., 2020 & Al Khateeb, 2019) serta perilaku orientasi tujuan, keterlibatan siswa dan kemampuan pemecahan masalah (Shaffer et al., 2005, Shute et al., 2016, Hwang & Chen, 2017).

Prensky (2001) menyebutkan, salah satu karakteristik utama dari pembelajaran berbasis permainan digital (PBPD) adalah "menyatukan" pembelajaran yang serius dan hiburan yang interaktif. Dengan kata lain, PBPD dapat dianggap sebagai media hiburan yang dirancang untuk membawa perubahan kognitif pada pemainnya. Sementara Mayer & Johnson (2010), PBPD harus memiliki (1) seperangkat aturan dan batasan, (2) seperangkat respons dinamis terhadap tindakan peserta didik, (3) tantangan yang sesuai tantangan yang tepat yang memungkinkan peserta didik untuk mengalami perasaan percaya diri, dan (4) peningkatan kesulitan yang berorientasi pada hasil pembelajaran secara bertahap. Erhel & Jamet (2013) mendefinisikan pembelajaran berbasis permainan digital adalah kegiatan kompetitif di mana siswa ditetapkan tujuan pembelajaran yang dimaksudkan untuk mempromosikan akuisisi pengetahuan. Permainan dapat dirancang untuk mempromosikan pembelajaran atau pengembangan keterampilan kognitif, atau dalam bentuk simulasi yang memungkinkan siswa untuk melatih keterampilan mereka dalam lingkungan virtual. Pembelajaran berbasis permainan digital menurut Van Eck (2015) adalah penggunaan permainan dalam pelajaran, kelas, atau yang lainnya yang sudah ada konteks instruksional dimana tujuannya adalah untuk belajar dan bukan untuk bersenang-senang.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis permainan digital (PBPD) merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi digital berbentuk permainan virtual yang dirancang berdasarkan tujuan pembelajaran, mengembangkan kemampuan pengetahuan dan keterampilan, menyenangkan, interaktif dan memberikan tantangan.

Pembelajaran berbasis permainan digital (PBPD) dalam pendidikan matematika dapat dianggap sebagai penggunaan permainan digital dalam konteks pembelajaran matematika (Byun & Joung, 2018). Artinya, untuk membelajarkan matematika bisa menggunakan metode permainan berbantuan teknologi yang menyenangkan sehingga matematika tidak lagi dianggap oleh sebagian siswa sebagai mata pelajaran yang menakutkan dan membosankan. Konsep permainan digital dalam pembelajaran matematika (Deng et al., 2020) berkaitan dengan tujuan pembelajaran matematika dimana dihubungkan dengan kemampuan seperti pemahaman konsep (*understanding skill*), berpikir kritis, pemecahan masalah (*problem solving skill*) dan kerja sama (Ormsby et al., 2011; Sung & Hwang, 2013; Tan et al., 2020), komunikasi, berpikir tingkat tinggi dan pemodelan matematika. Jadi, tujuan pemberian metode permainan digital bukan sekadar untuk bersenang-senang (meningkatkan minat dan motivasi belajar) dan memanfaatkan teknologi (*technology skill*) namun mengasah kemampuan dan keterampilan matematika. Guru perlu merancang lingkungan belajar berbasis permainan yang meningkatkan diskusi yang terarah dan reflektif untuk pemecahan masalah matematika dalam sesi permainan (Moon & Ke, 2020).

Penggunaan permainan digital dalam pembelajaran matematika dapat dipandang sebagai strategi pembelajaran yang digunakan untuk memberi contoh dan memberikan latihan dalam konsep-konsep matematika (Naik, 2017). Setelah guru menjelaskan konsep, pembelajaran dialihkan dengan memberikan siswa kesempatan untuk bereksplorasi,

berpikir, diskusi, dan menyelesaikan masalah (Deng et al., 2020). Pemecahan masalah melibatkan upaya situasional, disengaja, diarahkan oleh siswa, dan berorientasi pada aktivitas untuk mencari solusi yang berbeda untuk masalah yang otentik dan bermakna secara pribadi melalui berbagai interaksi di antara para pemecah masalah, alat, dan sumber daya terkait. Interaksi yang dimaksud menurut Carreira et al. (2016) adalah siswa dengan lingkungan rumah atau di kelas dimana tersedia komputer yang dapat diakses dan berguna untuk pemecah masalah. Pemecahan masalah dapat dianggap sebagai usaha untuk mencapai tujuan yang tidak langsung dapat dicapai. Permainan menyediakan kerangka kerja yang berarti untuk menawarkan masalah kepada siswa. Faktanya, permainan itu sendiri adalah masalah besar yang terdiri dari masalah-masalah kecil yang saling berkaitan (Kiili, 2005). Sifat dari tantangan yang merupakan masalah dapat sangat bervariasi. Secara umum, masalah dapat berupa apa saja yang entah bagaimana membatasi pemain untuk maju dalam dunia permainan. Pemecahan masalah dapat dikaitkan dengan pembelajaran penemuan. Lingkungan belajar seperti permainan memungkinkan siswa untuk menemukan aturan dan ide baru daripada menghafal materi yang disajikan. Sebagai contoh, permainan simulasi menawarkan kemungkinan kepada siswa untuk berinteraksi dengan permainan dengan mengeksplorasi dan memanipulasi objek untuk menguji hipotesis mereka. Dengan demikian, saat mengalami dunia permainan, siswa menjadi peserta aktif dalam proses pembelajaran dan motivasi mereka dapat bergeser dari imbalan ekstrinsik ke intrinsik (Bruner, 1961).

Kiili (2007) mengatakan bahwa permainan edukatif dapat menawarkan strategi yang layak untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah. Kiili mengembangkan model yang dialokasikan secara empiris tentang permainan berbasis masalah yang dapat digunakan untuk merancang permainan yang bermakna secara pedagogis. Karakteristik terpenting dari permainan edukasi yang efektif adalah bahwa model yang diusulkan menggambarkan dengan baik proses berbasis masalah di mana fase refleksi tampaknya menjadi faktor penting. Hasil dari fase refleksi dapat berupa sintesis pengetahuan secara pribadi, validasi hipotesis yang dibuat atau strategi bermain baru yang akan diuji. Selanjutnya, Kiili merancang prinsip alur pengalaman bermain dalam permainan edukatif dengan melibatkan umpan balik (feedback) kognitif. Umpan balik kognitif bertujuan untuk merangsang pemain untuk merefleksikan pengalaman dan solusi yang telah teruji untuk lebih mengembangkan model mental yang relevan untuk tujuan pembelajaran. Umpan balik kognitif berhubungan dengan pemecahan masalah. Namun, masalah utama dalam pengalaman berbasis permainan adalah bahwa model umpan balik sering kali digeneralisasi daripada dipersonalisasi meskipun teknologi akan memungkinkan pemodelan kinerja pengguna dan karakteristik pengguna.

Permainan digital telah banyak digunakan untuk meningkatkan pembelajaran konsep dan proses matematika. Sehubungan dengan itu, pemecahan masalah dalam dunia permainan digital membutuhkan berbagai level yang berorientasi pada tujuan pengambilan keputusan (Lowrie & Jorgensen, 2015). Pemecahan masalah di dalam permainan digital terdiri dari berbagai keterampilan termasuk pengaturan mandiri (self-regulatory) yang bersifat matematis. Permainan digital menempatkan masalah dalam konteks yang bermakna di mana pembelajaran dan kinerja bersifat otentik, yang mengurangi kesenjangan antara bagaimana siswa belajar matematika dan bagaimana mereka menerapkan matematika ke dalam masalah dunia nyata yaitu bagaimana mereka mentransfer pembelajaran (Lee & Ke,

2019). Di dalam permainan, mode permainan yang berbeda dikembangkan untuk melibatkan pemain dalam mencari solusi alternatif dan merefleksikan efisiensi dari solusi-solusi yang berbeda ini (Brezovszky et al., 2019). Melalui permainan digital dan pemecahan masalah, siswa belajar mengatur strategi dan menggunakan strategi khusus yang dikembangkan selama proses pemecahan masalah (McMullen et al., 2017).

Metode

Dalam melakukan revidi artikel dipilih penelitian dari jurnal yang sesuai. Serangkaian kriteria ditentukan sebagai berikut: (a) studi penelitian harus dipublikasikan dalam jurnal akademik, (b) waktu publikasi berada dalam rentang tahun 2005 - 2022, (c) artikel harus dalam bahasa Inggris, (d) teks tubuh artikel penelitian harus mengandung istilah "mathematics learning", "digital game-based learning", dan "problem solving skill", dan (e) artikel lengkap dan tersedia secara daring. Adapun dalam mencari artikel atau jurnal akademik menggunakan aplikasi Publish and Perish yang kemudian dihubungkan dengan ScienceDirect, Scopus, Google Scholar, dan beberapa platform lainnya. Dengan menggunakan kata kunci tersebut diperoleh 51 penelitian yang kemudian disaring dan disesuaikan dengan tema sehingga terdapat 27 artikel yang dijadikan bahan revidi. Sedangkan dengan menggunakan platform Scopus diperoleh dokumen 36 penelitian dan sebanyak 15 artikel yang dijadikan bahan revidi. Jadi total artikel yang direvidi adalah sebanyak 42 penelitian. Selain artikel ditemukan juga 5 buah buku yang berkaitan dengan tema dan dijadikan rujukan dalam revidi literatur ini.

Untuk menyelidiki tren penelitian dan memeriksa pembelajaran berbasis permainan digital dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika, penting untuk memilih artikel penelitian yang sesuai agar dapat dilakukan analisis sistematis yang ketat. Proses penyaringan dilakukan dua tahap yakni tinjauan judul dan abstrak dengan kriteria khusus untuk pemilihan artikel dan analisis teks lengkap berdasarkan kesepakatan yang dihasilkan oleh diskusi mendalam diantara para peneliti.

Pada tahap pertama, judul dan abstrak dari setiap penelitian ditinjau dengan menggunakan serangkaian penyaringan: (1) penelitian ini harus memiliki data empiris kuantitatif dan kualitatif; (2) penelitian ini melibatkan permainan digital untuk tujuan instruksional; (3) penelitian ini membahas tentang pembelajaran matematika siswa; (4) penelitian ini membahas tentang kemampuan pemecahan masalah; dan (5) peserta dalam penelitian ini adalah siswa SD - SMA.

Setelah penyaringan tahap pertama, 42 dari 87 artikel diidentifikasi sebagai artikel yang sepenuhnya atau berpotensi sesuai untuk dianalisis lebih lanjut. Salinan lengkap dari masing-masing 42 studi kemudian diperoleh untuk evaluasi teks lengkap. Pada tahap kedua ini, dua pengulas membaca semua artikel untuk mengevaluasi kesesuaian dari penelitian tersebut. Untuk menghilangkan ambiguitas saat memutuskan kelayakan setiap artikel lengkap, kedua pengulas mencapai konsensus tentang apakah akan memasukkan studi tersebut dalam analisis lebih lanjut. Setelah penyaringan tahap kedua, 12 dari 42 studi dicoret karena gagal memenuhi kriteria untuk tinjauan pada analisis kedua (misalnya, tidak ada data

yang dilaporkan dalam kaitannya pada pembelajaran matematika). Akibatnya, 30 studi penelitian diidentifikasi sesuai untuk penyelidikan lebih lanjut.

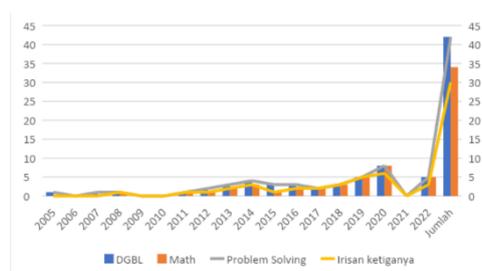
Untuk menyelidiki tren terkini dari studi penelitian tentang penggunaan permainan digital pada pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dibuat kerangka kerja (framework) yang dituangkan dalam matriks revidu dengan 9 (sembilan) kode sebagai berikut: (a) Judul jurnal, (b) Penerbit, (c) Penulis, (d) Tahun Terbit, (e) Tujuan Penelitian, (f) Tempat dilakukannya penelitian, (g) Metode Penelitian, (h) Hasil Penelitian, (i) Rekomendasi. Kode - kode tinjauan ini dikembangkan berdasarkan yang digunakan dalam studi meta analisis sebelumnya (Divjak & Tomic, 2011) dan model 5W1H yang berfungsi untuk menyediakan kerangka kerja eksploratif untuk membentuk tinjauan literatur yang sistematis (Jia & Yu, 2013). Tabel 1 menjelaskan setiap tema dengan rinci dengan mengambil kata tanya “What, Who, When, Why, Where & How”.

Tabel 1. Kerangka kerja pengkodean untuk fitur penelitian

| | |
|-------------------|---|
| Judul | Apa judul penelitian yang diterbitkan dalam jurnal ini? |
| Penerbit | Apa nama penerbit jurnal pada penelitian ini? |
| Penulis | Siapa yang menulis jurnal dalam penelitian ini? |
| Tujuan Penelitian | Mengapa penelitian ini dilakukan? |
| Tempat Penelitian | Dimana penelitian ini dilakukan? |
| Metode Penelitian | Bagaimana melakukan penelitian ini? Metode penelitian apa yang digunakan? |
| Hasil Penelitian | Bagaimana hasil penelitian yang dilaporkan dalam jurnal? |
| Rekomendasi | Apa saja hal yang disarankan untuk tindak lanjut penelitian berikutnya? |

Hasil dan Pembahasan

Secara keseluruhan, 42 penelitian dipilih untuk menyelidiki tren penelitian saat ini tentang pembelajaran berbasis permainan digital dalam pembelajaran matematika. Tahun publikasi dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui tren keseluruhan dari penelitian yang mempelajari tentang efek pembelajaran berbasis permainan digital pada pembelajaran matematika. Kami mengumpulkan penelitian - penelitian yang berkaitan dengan pembelajaran berbasis permainan digital yang berhubungan dengan kemampuan pemecahan masalah yang diterbitkan sejak 2005. Kami menemukan sebanyak 30 penelitian yang berkaitan dengan tema dengan mengambil irisan ketiga kata kunci. Grafik 1 berikut menunjukkan tahun publikasi jurnal yang berkaitan dengan kata kunci atau tema jurnal yang direviu.



Gambar 1. Frekuensi Terbit Artikel dari 2005 sampai 2022

Jurnal yang diterbitkan dari tahun 2005 sampai dengan 2007 tidak menjelaskan secara rinci pemanfaatan permainan digital pada mata pelajaran atau pembelajaran matematika. Hanya saja ada hubungan permainan digital dengan kemampuan pemecahan masalah. Pada tahun 2008 dan 2011 kami temukan bagaimana permainan berbasis komputer/digital untuk pembelajaran matematika dapat melibatkan siswa dari kegiatan belajar sambil bermain dan mengasah kemampuan pemecahan masalah. Berikutnya tren penelitian yang berkaitan dengan pembelajaran matematika berbasis permainan digital dan kemampuan pemecahan masalah mulai naik dari tahun 2015 hingga 2020. Tidak ditemukan jurnal terbit pada tahun 2021 dan tren penelitian tersebut kembali naik pada tahun 2022.

Selanjutnya, kami menganalisis bidang akademis dari jurnal-jurnal tersebut diterbitkan oleh penerbit. Seperti yang ditunjukkan tabel 2, sekitar setengah dari penelitian (16 dari 30) dipublikasikan di lima jurnal : Computers and Education (6 studi), British Journal of Educational Technology (3 studi), Computers in Human Behaviour (3 studi), I-JET (International Journal of Emerging Technologies in Learning) (2 studi), dan Journal of Computer Assisted Learning (2 studi).

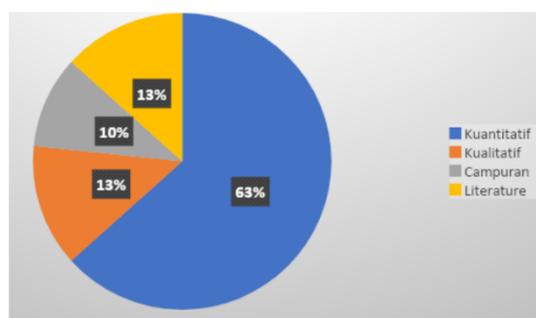
Tabel 2. Penerbit jurnal yang direviu

| Nama Penerbit Jurnal | N | Bidang Akademik |
|---|----------|------------------------|
| Computers and Education | 6 | Teknologi Pendidikan |
| Astropolitics: The International Journal of Space Politics & Policy | 1 | STEM |
| British Journal of Educational Technology | 3 | Teknologi Pendidikan |
| Journal of Educational Psychology | 1 | Psikologi |
| Entertainment Computing | 1 | Teknologi Pendidikan |
| International Conference on Engineering Education | 1 | STEM |
| Innovations in Education and Teaching International | 1 | Pendidikan Umum |
| Computers in Human Behaviour | 3 | Teknologi Pendidikan |
| Learning and Instructions | 1 | Pendidikan Umum |
| ICETM (The International Conference on Educational Technology and Management) | 1 | Teknologi Pendidikan |
| I-JET (International Journal of Emerging Technologies in Learning) | 2 | Teknologi Pendidikan |
| Journal of Computer Assisted Learning | 2 | Teknologi Pendidikan |
| Journal of Engineering Education (JEE) | 1 | STEM |
| Educational Research Review | 1 | Pendidikan Umum |
| Simulation and Gaming | 1 | Teknologi Pendidikan |
| IEEE Integrated STEM Education Conference | 1 | STEM |

| | | |
|--|---|-----------------------|
| EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education | 1 | STEM |
| International Journal of STEM Education | 1 | STEM |
| Educational Studies in Mathematics | 1 | Pendidikan Matematika |

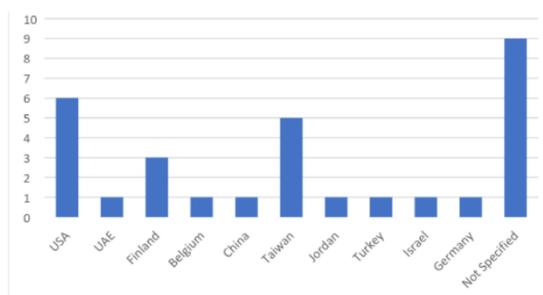
Penelitian yang berkenaan dengan tema diterbitkan pada jurnal dengan bidang teknologi pendidikan sebanyak 63% sedangkan yang khusus pada bidang Pendidikan Matematika (Mathematics Education) hanya 3% saja. Hasil ini menunjukkan bahwa penelitian tentang pembelajaran matematika berbasis permainan digital untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah lebih banyak dilakukan dalam bidang teknologi pendidikan, meskipun perhatian utama dari penelitian – penelitian tersebut adalah dalam pembelajaran matematika yang mengintegrasikan permainan digital dengan mengasah kemampuan pemecahan masalah.

Mengenai metode penelitian, metode kuantitatif digunakan sebagian besar dalam penelitian ini (19 dari 30 penelitian) seperti yang ditunjukkan pada grafik 2. Penelitian yang dikaji lebih banyak menunjukkan efektifitas atau dampak penggunaan permainan digital pada pembelajaran matematika terhadap kemampuan pemecahan masalah. Masih sangat sedikit sekali penelitian kualitatif yang mendeskripsikan bagaimana permainan digital pada pembelajaran matematika dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Untuk itu, pendidik perlu melakukan penelitian lebih lanjut bagaimana menggambarkan kemampuan pemecahan masalah matematika dengan berbantuan permainan digital.

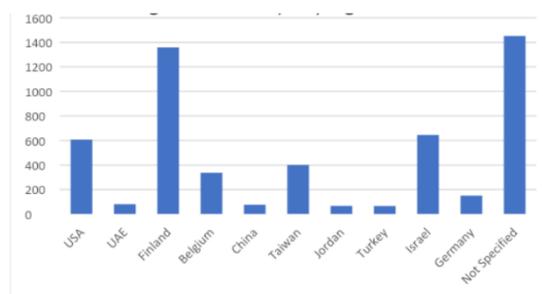


Gambar 2. Metode penelitian dalam Artikel dari 2005 sampai 2022

Selanjutnya kami melakukan reviu jurnal dengan melihat kriteria partisipan dalam penelitian yang dilakukan di beberapa negara. Sebagian artikel jurnal tidak menyebutkan secara spesifik dimana penelitian itu dilaksanakan serta tidak menyebutkan banyak partisipan yang terlibat dalam subjek penelitian. Hal dikarenakan tidak semua penelitian yang dikaji menggunakan metode kuantitatif namun ada juga kualitatif dan metode campuran yang tidak menyebutkan secara spesifik penelitian pembelajaran menggunakan permainan digital untuk meningkatkan pemecahan masalah. Dapat dilihat pada grafik 3 dan 4 berikut.

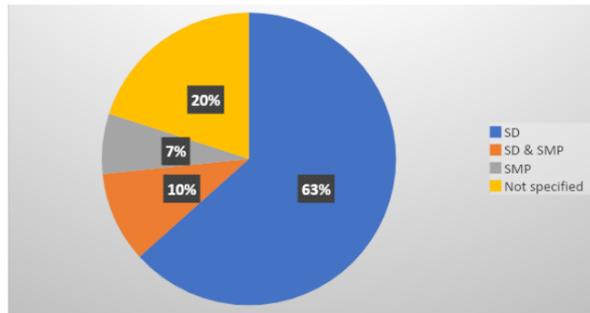


Gambar 3. Negara Tempat Penelitian pada Artikel dari 2005 sampai 2022



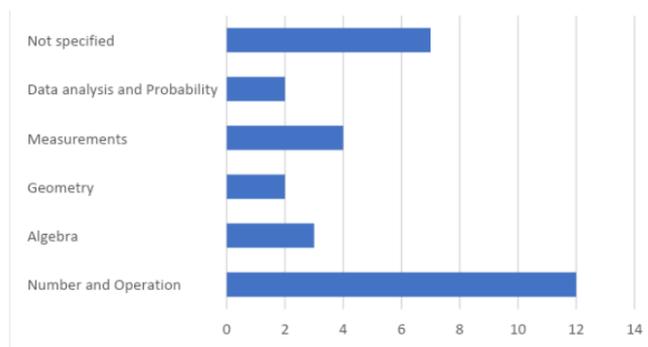
Gambar 4. Partisipan yang diteliti pada Artikel dari 2005 sampai 2022

Partisipan yang diteliti merupakan siswa dari jenjang sekolah dasar hingga siswa pada jenjang sekolah menengah atas. Kami menemukan sebagian jurnal yang tidak menyebutkan secara spesifik partisipan berasal dari level/tingkatan sekolah. Berikut disajikan pada grafik 5 berikut ini.



Gambar 5. Tingkatan sekolah yang diteliti pada Artikel dari 2005 sampai 2022

Peneliti juga melakukan revidi jurnal dengan memperhatikan hubungan pembelajaran matematika dengan mengintegrasikan teknologi permainan digital. Topik yang paling banyak dipilih yaitu tentang Operasi Bilangan termasuk aritmetika dan bilangan rasional, kemudian menyusul pengukuran, aljabar dan yang paling sedikit geometri dan statistika dan peluang. Sayangnya sebanyak 7 penelitian tidak menyebutkan secara spesifik topik matematika yang termuat dalam permainan digital.



Gambar 6. Topik Matematika pada permainan pada Artikel dari 2005 sampai 2022

Pembelajaran matematika adalah proses memahami konsep-konsep abstrak. Berdasarkan literatur (Heckenberg et al., 2004), permainan digital dapat membantu pembelajaran matematika dengan menyajikan konsep-konsep matematika yang abstrak secara visual. Dalam lingkungan kelas tradisional, ketika guru menjelaskan konsep-konsep melalui narasi atau contoh-contoh, siswa dapat dengan mudah menjadi bingung atau tersesat dalam proses kognitif yang abstrak. Dengan penggunaan teknologi komputer, banyak konsep abstrak dapat divisualisasikan melalui desain komputer. Representasi virtual yang dihasilkan komputer, representasi virtual dapat membantu siswa menghasilkan model mental dari konsep matematika (Lopez-Morteo & López, 2007). Permainan digital yang didesain tiga dimensi (3-D) dapat melibatkan siswa dalam dunia virtual secara langsung sambil berinteraksi dengan konsep matematika dan prosedur pemecahan masalah yang terkait dengan situasi sehari-hari. Proses ini mengembangkan kemampuan pemecahan masalah siswa dengan membantu mereka memahami konsep-konsep secara logis melalui penggunaan lingkungan yang divisualisasikan (Sanchez-Palencia in Bai et al., 2012).

Beberapa permainan digital didesain sebagai alat tes untuk mengukur keterampilan kognitif matematis misalnya “Game Skills Arithmetic Test (GSAT)” yang memuat 30 soal matematika dengan topik Bilangan, Persamaan dan Sistem Koordinat (Ke, 2008). Namun, studi kasus ini justru menemukan siswa yang tidak terlibat dalam proses kognitif yang hendak dicapai seperti pemecahan masalah sehingga hanya sekedar bermain dan mencoba keberuntungan. Pemecahan masalah masih dianggap sulit untuk pemain pemula sehingga perlu ada dorongan sehingga mampu memberikan elaborasi berpikir matematis. Selain itu, ada pula permainan yang dirancang dalam bentuk simulasi dengan media video Games Bernama “Ocean Quest” untuk mengasah keterampilan pemecahan masalah dalam kegiatan ekonomi tentang pasar, untung dan rugi dalam penjualan. Media ini sudah dalam bentuk 3 Dimensi dengan permainan instruksional yang digunakan untuk meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa (Ormsby et al., 2011). Media lainnya dari permainan digital adalah web based learning yang diakses secara daring bernama “ Shakshouka Restaurant” dengan tema MyMoney yang juga mengajarkan pemecahan masalah tentang untung dan rugi (Barzilai & Blau, 2014).

Permainan digital matematika seperti Jigsaw, Bingo, Crossword, Rummy, Sudoku dan Puzzle digunakan untuk melatih kemampuan pemecahan masalah matematika dengan topik pecahan. Konsep pecahan yang diajarkan diperkuat dengan pemberian permainan digital

dengan menggunakan komputer (Naik, 2017). Saat ini permainan matematika digital didesain dengan perancah sistematis untuk membantu siswa agar tertantang dan terlibat langsung dalam pemecahan masalah matematika (Shih et al., 2018). Media yang digunakan siswa sudah berbentuk mobile-based games yang bisa digunakan siswa melalui telepon genggam. Topik matematika yang terdapat dalam permainan digital ini adalah bilangan dan operasi hitung untuk sekolah dasar. Pada permainan digital, siswa akan mendapatkan feedback secara otomatis sehingga siswa mengetahui solusi mereka benar atau salah tanpa harus bertanya langsung kepada guru mereka (Jagušt et al., 2018). Permainan – permainan matematika digital dalam bentuk mobile app software kini sudah mulai banyak digunakan untuk menggali kemampuan siswa untuk bernalar logis dan keterampilan pemecahan masalah menggunakan backward induction. Permainan ini diberi nama “PolyMath™” dengan berbagai topik seperti bilangan, aljabar dan geometri. Aplikasi PolyMath™ berfungsi sebagai platform eksperimental bagi siswa untuk lebih secara efisien mengembangkan keterampilan berpikir abstrak dan intuisi pemecahan masalah (Tan et al., 2020).

Permainan matematika digital selanjutnya adalah “ABACUS” untuk mempelajari konsep pecahan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Jarrah et al., 2022) menilai dampak penggunaan software ini terhadap kinerja siswa dalam mempelajari pecahan. Terdapat perbedaan kinerja antara siswa yang belajar dengan menggunakan aplikasi ABACUS dengan siswa yang hanya menggunakan pensil dan kerta. Media ini benar – benar membantu siswa dan memotivasi mereka untuk memecahkan masalah tentang pecahan yang lebih rumit dengan bermain permainan yang menyenangkan. Semakin banyak soal pemecahan masalah yang dapat diselesaikan oleh siswa maka akan semakin banyak poin yang dapat mereka kumpulkan sehingga mereka mendapatkan reward atau penghargaan. Mereka merasa tertantang dan ini yang membuat mereka senang belajar. Ada lagi NanoRoboMath, permainan digital matematika yang dikembangkan untuk pemahaman konsep siswa dan pengetahuan adaptif tentang bilangan rasional. Pemain ditantang oleh situasi pemecahan masalah yang menyerupai persamaan dan harus membuat kalimat aritmatika untuk menggerakkan nanorobot ke arah target (Kärki et al., 2022).

Kemampuan pemecahan masalah dapat diartikan sebagai kemampuan seseorang yang meliputi serangkaian prosedur kognitif dan proses berpikir untuk merespons atau mengatasi halangan atau kendala ketika suatu jawaban atau metode jawaban belum tampak jelas dalam mencapai tujuan tertentu (Fatmawati et al., 2014; Sulistyowati et al., 2017; Lintang, et al., 2017). Suatu masalah memuat situasi yang mendorong seseorang untuk menyelesaikannya, akan tetapi tidak tahu secara langsung apa yang harus dikerjakan untuk menyelesaikannya (Hamidah dan Suherman, 2016). Dalam menyelesaikan suatu permasalahan, peserta didik perlu melakukan beberapa langkah. Polya berpendapat bahwa dalam menyelesaikan masalah yang harus dilakukan adalah: 1. We have to understand the problem, atau understanding the problem (memahami masalah). Pada langkah ini meliputi kegiatan peserta didik untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut: (1) apakah yang tidak diketahui, keterangan apa yang diberikan, atau bagaimana keterangan soal; (2) apakah keterangan yang diberikan cukup untuk mencari apa yang ditanyakan; (3) apakah keterangan tersebut tidak cukup, atau keterangan itu berlebihan. Setelah menjawab pertanyaan tersebut, peserta didik membuat gambar atau tulisan notasi yang sesuai dengan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan

tersebut. 2. We have to see the various items are connected, how the unknown is linked to the data, in order to obtain the idea of the solution, to make a plan atau devising a plan (merencanakan penyelesaian). Kegiatan peserta didik dalam langkah ini adalah untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut: (1) pernahkah anda menemukan soal seperti ini sebelumnya? Pernahkah ada soal yang serupa dalam bentuk lain? (2) rumus mana yang akan digunakan dalam masalah ini?; (3) perhatikan apa yang ditanyakan; (4) dapatkah hasil dan metode yang lalu digunakan di sini? 3. We carry out our plan atau carrying out the plan (melaksanakan rencana penyelesaian). Pada langkah ini kegiatan peserta didik adalah: (1) memeriksa setiap langkah apakah sudah benar atau belum; (2) bagaimana membuktikan bahwa langkah yang dipilih sudah benar; (3) melaksanakan perhitungan sesuai dengan rencana yang dibuat. 4. We look back at the complete solution, we review and discuss it atau looking back (memeriksa kembali proses dan hasil) merupakan bagian terakhir dari langkah Polya yang menekankan pada bagaimana cara memeriksa kebenaran jawaban yang diperoleh. Pada langkah ini kegiatan peserta didik adalah: (1) dapat diperiksa sanggahannya; (2) dapatkah jawaban itu dicari dengan cara lain? (3) perlukah menyusun strategi baru yang lebih baik? (4) menuliskan jawaban dengan lebih baik. (Hendriana dan Sumarmo, 2017). Oleh karena itu, peserta didik dikatakan memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik apabila mampu melaksanakan seluruh langkah utama proses pemecahan masalah.

Pembelajaran Berbasis Permainan Digital atau PBPD dalam pembelajaran matematika merupakan salah satu bentuk gamifikasi yang dapat menunjang munculnya proses pemecahan masalah (Jarrah et al.,2022). Dalam pembelajaran matematika, gamifikasi didefinisikan sebagai pembelajaran yang menggunakan komponen permainan, video game atau mekanika permainan yang bertujuan untuk memberikan motivasi, mendorong perasaan nyaman dan engagement (keinginan untuk terlibat dalam suatu aktivitas, baik secara emosional maupun kognitif), serta menjadikan pembelajaran lebih menarik (Solviana M. D., 2020; Suarmini M., 2019; Jusuf H., 2016). Melalui gamifikasi dalam pembelajaran matematika tersebut, dapat terbentuk lingkungan belajar dengan beberapa aktivitas penting yaitu: (1) kompetisi dan kolaborasi; (2) tujuan jelas, tantangan yang adil; (3) feedback yang kontinyu; (4) pilihan dan kesempatan; (5) investasi dalam kekalahan (kegagalan) (Aribowo, 2014). Kelima aktivitas inilah yang mampu memunculkan proses pemecahan masalah matematis.

(1) Kompetisi dan Kolaborasi Pada umumnya sebuah game dapat dimainkan secara multi-pemain, sehingga memungkinkan terjadinya persaingan antar tim dalam permainan. Selain itu, dalam sebuah game biasanya terdapat beberapa elemen pendukung seperti poin, level, badges, dan leaderboard. Persaingan dalam sebuah permainan menuntut kerjasama dan rencana yang disusun bersama oleh setiap pemain. Sebuah tim yang solid akan bersama-sama menyusun rencana untuk memenangkan permainan tersebut dan berusaha menjadi yang teratas dalam leaderboard. Dengan kata lain, melalui sebuah game, siswa melakukan carry out our plan atau carrying out the plan sesuai dengan langkah penyelesaian masalah pada penjelasan di atas. (2) Tujuan Jelas, Tantangan yang Adil Sebuah game disusun biasanya dengan misi atau tujuan akhir yang jelas. Setiap level pada sebuah game dirancang agar pemain menyelesaikan suatu misi tertentu yang harus diselesaikan oleh setiap pemain agar dapat melanjutkan ke level berikutnya. Pada level berikutnya, pemain akan diberikan tantangan/ misi yang semakin meningkat untuk diselesaikan dan agar dapat melanjutkan ke

level selanjutnya. Setiap misi dalam sebuah game mewakili suatu tujuan pembelajaran tertentu. Jika tujuan pembelajaran pada suatu level belum tercapai, maka pemain tidak bisa melanjutkan ke level berikutnya. Oleh karena itu, adanya tujuan/tantangan pada game menuntut siswa untuk *understanding the problem* sesuai dengan langkah-langkah penyelesaian masalah menurut Polya. (3) *Feedback yang Kontinyu* Pada sebuah game biasanya dirancang sebuah feedback agar pemain dapat mengetahui apakah tantangan/misi yang telah dijalankan sesuai dengan yang diharapkan. Feedback dapat berupa pernyataan Benar/Salah, Berhasil/Gagal dari sebuah tantangan yang diberikan. Apabila feedback yang diterima pemain menunjukkan hasil yang kurang memuaskan, diharapkan pemain akan mengoreksi dan memeriksa kembali langkah-langkah yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga pada percobaan berikutnya pemain dapat berhasil menyelesaikan tantangan yang diberikan. Secara tidak langsung siswa dilatih melakukan *look back at the complete solution* selama memainkan sebuah game, hal ini sesuai dengan langkah-langkah penyelesaian masalah Polya. (4) *Pilihan dan Kesempatan* Dalam sebuah game, seorang pemain mempunyai berbagai pilihan untuk melakukan atau tidak melakukan sesuatu, juga pilihan untuk menentukan strategi yang paling tepat dalam menyelesaikan setiap tantangan. Hal inilah yang tidak dijumpai pada proses pembelajaran di kelas tradisional, dimana seolah pertanyaan guru harus dijawab dengan benar oleh siswa. Pada sebuah game, tidak masalah seorang pemain melakukan kesalahan, dan mengulangi berkali-kali sampai ia mampu menyelesaikan tantangan yang diberikan. Selain itu, setiap siswa mempunyai kesempatan yang sama dalam permainan, hal ini yang sulit dijumpai pada kelas tradisional dimana guru cenderung akan memilih beberapa siswa yang dianggap pintar, atau beberapa siswa tertentu untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan guru. Adanya kesempatan dan pilihan bagi siswa akan mendorong setiap siswa untuk mengupayakan rencana dan usaha terbaiknya dalam memenangkan permainan ini. Dengan kata lain siswa akan melakukan *see the various items are connected, how the unknown is linked to the data, in order to obtain the idea of the solution, to make a plan* atau *devising a plan* dalam permainan yang ia mainkan, dan ini sesuai dengan langkah-langkah penyelesaian masalah Polya pada uraian sebelumnya. (5) *Investasi dalam Kekalahan (Kegagalan)* Kegagalan dalam pembelajaran seringkali menjadi momok bagi siswa, nilai yang tidak memuaskan atau tidak lulus dalam suatu ujian. Namun hal ini tidak berlaku dalam sebuah game, kegagalan (kekalahan) dalam sebuah game merupakan hal yang biasa bagi seorang pemain. Kekalahan dalam sebuah game akan menjadi pendorong bagi pemain untuk melakukan upaya terbaiknya pada permainan berikutnya, dengan mengoreksi dan memeriksa kembali apa yang salah pada permainannya. Kesalahan yang telah dilakukan sebelumnya sebisa mungkin tidak akan dilakukan pada permainan berikutnya. Hal ini secara tidak langsung merupakan bagian dari *look back at the complete solution* terhadap masalah yang siswa hadapi.

Secara singkat, pengaruh pembelajaran berbasis permainan digital terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis dapat dilihat pada bagan berikut.



Gambar 7. Pengaruh pembelajaran berbasis permainan digital terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa

Kesimpulan

Studi penelitian mengenai pembelajaran berbasis permainan digital dan semakin meningkat secara kuantitasnya dari tahun ke tahun. Secara kualitas, permainan digital bukan hanya sebagai alat bantu namun dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa, salah satunya pemecahan masalah. Media permainan digital dapat berupa video simulasi, berbasis web yang dapat diakses di komputer dan sekarang semakin canggih sudah dalam bentuk aplikasi yang bisa diakses melalui gawai. Permainan digital yang digunakan pada pembelajaran matematika harus disesuaikan dengan tujuan instruksional dan sesuai topik pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Dari sebuah permainan digital, siswa belajar mengatur strategi, semangat menghadapi tantangan dan mengelola diri dalam mencapai target atau misi yang hendak dicapai. Guru memfasilitasi permainan digital dalam pembelajaran matematika agar kemampuan pemecahan masalah siswa dapat berkembang.

Referensi

- Abdul Jabbar, A. I., & Felicia, P. (2015). Gameplay Engagement and Learning in Game-Based Learning: A Systematic Review. *Review of Educational Research*, 85(4), 740–779. SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.3102/0034654315577210>
- Al Khateeb, M. A. (2019). Effect of Mobile Gaming on Mathematical Achievement Among 4th Graders. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(7), 4–7. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i07.10315>
- Antonopoulou, H., Halkiopoulou, C., Gkintoni, E., & Katsimpelis, A. (2022). Application of Gamification Tools for Identification of Neurocognitive and Social Function in Distance Learning Education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(5), 367–400. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.5.19>
- Aribowo, E. K. (2014). Gamification: Adaptasi Game dalam Dunia Pendidikan. Dalam Saputro, A. N. C., & Winarno (Ed.), *Pengembangan Profesi Guru dan Dosen melalui Penulisan Jurnal Ilmiah Pendidikan* (hal. 121–131). Surakarta: Pelangi Press.

- Bai, H., Pan, W., Hirumi, A., & Kebritchi, M. (2012). Assessing the Effectiveness of a 3-D Instructional Game on Improving Mathematics Achievement and Motivation of Middle School Students. *British Journal of Educational Technology*, 43(6), 993–1003. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01269.x>
- Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). Does Gamification Improve Student Learning Outcome? Evidence from a Meta-Analysis and Synthesis of Qualitative Data in Educational Contexts. *Educational Research Review*, 30. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>
- Barzilai, S., & Blau, I. (2014). Scaffolding Game-Based Learning: Impact on Learning Achievements, Perceived Learning, and Game Experiences. *Computers and Education*, 70, 65–79. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.003>
- Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., Laakkonen, E., & Lehtinen, E. (2019). Effects of a Mathematics Game-Based Learning Environment on Primary School Students' Adaptive Number Knowledge. *Computers and Education*, 128, 63–74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011>
- Byun, J., & Joung, E. (2018). Digital Game-Based Learning for K-12 Mathematics Education: A Meta-Analysis. *School Science and Mathematics*, 118(3–4), 113–126. <https://doi.org/10.1111/ssm.12271>
- Carreira, S., Jones, K., Amado, N., Jacinto, H., & Nobre, S. (2016). Mathematics Education in the Digital Era: Youngsters Solving Mathematical Problems with Technology: The Results and Implications of the Problem@Web Project. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24910-0>
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital Games, Design, and Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79–122. <https://doi.org/10.3102/0034654315582065>
- Deng, L., Wu, S., Chen, Y., & Peng, Z. (2020). Digital Game-Based Learning in a Shanghai Primary-School Mathematics Class: A Case Study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(5), 709–717. <https://doi.org/10.1111/jcal.12438>
- Divjak, B., & Tomic, D. (2011). The Impact of Game-Based Learning on the Achievement of Learning Goals and Motivation for Learning Mathematics: Literature Review. <http://www.pisa.hr/knjige/2009-rezultati-4-matematicka-pismenost/Default.html>
- Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital Game-Based Learning: Impact of Instructions and Feedback on Motivation and Learning Effectiveness. *Computers and Education*, 67, 156–167. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.019>
- Fatmawati, H., Mardiyana, M., & Triyanto, T. (2014). Analisis Berpikir Kritis Siswa dalam Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Polya pada Pokok Bahasan Persamaan Kuadrat (Penelitian pada Siswa Kelas X SMK Muhammadiyah 1 Sragen Tahun Pelajaran 2013/2014). *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 2(9).
- Hamidah, K., & Suherman, S. (2016). Proses Berpikir Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika di Tinjau dari Tipe Kepribadian Keirse. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 231–248.
- Gee, J. P. (2007). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. Palgrave Macmillan.

- Hawlitsek, A., & Joeckel, S. (2017). Increasing the Effectiveness of Digital Educational Games: The Effects of a Learning Instruction on Students' Learning, Motivation and Cognitive Load. *Computers in Human Behavior*, 72, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.040>
- Hendriana, H., & Soemarmo, U. (2017). *Penilaian Pembelajaran Matematika (Edisi Revisi)*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Heckenberg, S. G., Herbert, R. D., & Webber, R. (2004). Visualisation of the Minority Game Using a Mod. Dalam N. Churcher & C. Churcher (Ed.), *Proceedings of Australasian Symposium on Information Visualisation* (hal. 157–163). Christchurch, New Zealand: ACS. <https://doi.org/10.1109/invis.au.04.1383>
- Hwang, G. J., & Chen, C. H. (2017). Influences of an Inquiry-Based Ubiquitous Gaming Design on Students' Learning Achievements, Motivation, Behavioral Patterns, and Tendency Towards Critical Thinking and Problem Solving. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 950–971. <https://doi.org/10.1111/bjet.12464>
- Jagušt, T., Botički, I., & So, H. J. (2018). Examining Competitive, Collaborative and Adaptive Gamification in Young Learners' Math Learning. *Computers and Education*, 125, 444–457. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.022>
- Jia, C., & Yu, Y. T. (2013). Using the 5W+1H Model in Reporting Systematic Literature Review: A Case Study on Software Testing for Cloud Computing. *Proceedings of the International Symposium on the Physical and Failure Analysis of Integrated Circuits, IPFA*, 222–229. <https://doi.org/10.1109/QSIC.2013.13>
- Jusuf, H. (2016). Penggunaan Gamifikasi dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal TICom*, 5(1), 1–6.
- Kiili, K. (2005). Digital Game-Based Learning: Towards an Experiential Gaming Model. *Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>
- Kiili, K. (2007). Foundation for Problem-Based Gaming. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 394–404. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00704.x>
- Lee, S., & Ke, F. (2019). The Format of Problem Representation for In-Game Learning Supports. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 390–406. <https://doi.org/10.1111/jcal.12345>
- Lintang, A. C., Masrukan, M., & Wardani, S. (2017). PBL dengan APM untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Sikap Percaya Diri. *Journal of Primary Education*, 6(1), 27–34.
- Lopez-Morteo, G., & López, G. (2007). Computer Support for Learning Mathematics: A Learning Environment Based on Recreational Learning Objects. *Computers and Education*, 48(4), 618–641. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.04.014>
- Lowrie, T., & Jorgensen, R. (2015). *Mathematics Education in the Digital Era Volume 4*. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9517-3>
- Mayer, R., & Johnson, C. (2010). Adding Instructional Features that Promote Learning in a Game-Like Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 42(3), 241–265. <https://doi.org/10.2190/EC.42.3.a>
- McMullen, J., Brezovszky, B., Hannula-Sormunen, M. M., Veermans, K., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., & Lehtinen, E. (2017). Adaptive Number Knowledge and Its

- Relation to Arithmetic and Pre-Algebra Knowledge. *Learning and Instruction*, 49, 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.02.001>
- Moon, J., & Ke, F. (2020). Exploring the Relationships Among Middle School Students' Peer Interactions, Task Efficiency, and Learning Engagement in Game-Based Learning. *Simulation and Gaming*, 51(3), 310–335. <https://doi.org/10.1177/1046878120907940>
- Naik, N. (2017). The Use of GBL to Teach Mathematics in Higher Education. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(3), 238–246. <https://doi.org/10.1080/14703297.2015.1108857>
- Ormsby, R., Daniel, R., & Ormsby, M. (2011). Preparing for the Future with Games for Learning: Using Video Games and Simulations to Engage Students in Science, Technology, Engineering, and Math. *Astropolitics*, 9(2-3), 150–164. <https://doi.org/10.1080/14777622.2011.625924>
- Premsky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning: The Games Generations: How Learners Have Changed*. McGraw-Hill. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1145/950566.950567>
- Shih, S., Lai, A. F., & Hong, C. R. (2018). Developing a Mobile-Based Digital Math Game for Learning Number and Calculation in Elementary School. *ACM International Conference Proceeding Series*, 9–12. <https://doi.org/10.1145/3206129.3239420>
- Shirkarami, A., Abadi, K. A., Ardakani, S. P., & Azimi, S. (2020). The Effect of Mobile Games on Math Learning of Third Graders of Elementary Schools. *Proceedings of the 2nd International Serious Games Symposium, ISGS 2020*, 126–130. <https://doi.org/10.1109/ISGS51981.2020.9375439>
- Shute, V. J., Wang, L., Greiff, S., Zhao, W., & Moore, G. (2016). Measuring Problem Solving Skills via Stealth Assessment in an Engaging Video Game. *Computers in Human Behavior*, 63, 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.047>
- Solviana, M. D. (2020). Pemanfaatan Teknologi Pendidikan di Masa Pandemi Covid-19: Penggunaan Gamifikasi Daring di Universitas Muhammadiyah Pringsewu Lampung. *Al Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 1(1), 1-14.
- Suarmini, M. (2020). Metode Gamifikasi Berbasis Tri Hita Karana Sebagai Alternatif Pembelajaran Abad 21. *Maha Widya Bhuwana: Jurnal Pendidikan, Agama dan Budaya*, 2(2), 42-47.
- Sung, H. Y., & Hwang, G. J. (2013). A Collaborative Game-Based Learning Approach to Improving Students' Learning Performance in Science Courses. *Computers and Education*, 63, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.019>
- Sulistyowati, F., Budiyono, B., & Slamet, I. (2017, September). Problem Solving Reasoning and Problem Based Instruction in Geometry Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 012045. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012045>
- Tan, C. W., Ling, L., Yu, P. D., Hang, C. N., & Wong, M. F. (2020). Mathematics Gamification in Mobile App Software for Personalized Learning at Scale. *2020 9th IEEE Integrated STEM Education Conference, ISEC 2020*, 2020-January. <https://doi.org/10.1109/ISEC49744.2020.9397846>

- Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of Game-Based Learning on Students' Mathematics Achievement: A Meta-Analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 407–420. <https://doi.org/10.1111/jcal.12347>
- Vanbecelaere, S., Van den Berghe, K., Cornillie, F., Sasanguie, D., Reynvoet, B., & Depaepe, F. (2020). The Effects of Two Digital Educational Games on Cognitive and Non-Cognitive Math and Reading Outcomes. *Computers and Education*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103680>
- Wang, L. H., Chen, B., Hwang, G. J., Guan, J. Q., & Wang, Y. Q. (2022). Effects of Digital Game-Based STEM Education on Students' Learning Achievement: A Meta-Analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van Der Spek, E. D. (2013). A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249–265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- Yang, K. H., Chu, H. C., Hsieh, C. C., & Kuo, F. R. (2022). Promoting Students' Math Learning Performance and Engagement: A Help-Seeking Mechanism-Based Mobile Gaming Approach. *Journal of Internet Technology*, 23(6), 1173–1183. <https://doi.org/10.53106/160792642022112306001>
- Zhang, L., Shang, J., Pelton, T., & Pelton, L. F. (2020). Supporting Primary Students' Learning of Fraction Conceptual Knowledge Through Digital Games. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(4), 540–548. <https://doi.org/10.1111/jcal.12422>