

Peranan Perisian Geogebra dalam Pendidikan Matematik: Sorotan Literatur Bersistematik

The Role of Geogebra Software in Mathematics Education: A Systematic Literature Review

Nur Aina Hanis Hamzah & Riyan Hidayat

Sekolah Menengah Kebangsaan Darul Ehsan, 68100 Batu Caves, Selangor, MALAYSIA
Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, MALAYSIA

**Corresponding author: riyanhidayat@fsmu.upsi.edu.my*

Published: 26 May 2022

To cite this article (APA): Hamzah, N. A. H., & Hidayat, R. (2022). The Role of Geogebra Software in Mathematics Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 12(1), 24-38. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol12.1.3.2022>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol12.1.3.2022>

ABSTRAK

Penggunaan alat digital dapat meningkatkan kemahiran dan strategi yang sangat relevan dalam bidang matematik, seperti penyelesaian masalah dunia nyata. Perisian GeoGebra membolehkan pelajar mempelajari subjek abstrak, seperti geometri, algebra dan kalkulus secara interaktif. Tujuan kajian ini adalah bagi mengenalpasti peranan perisian Geogebra dalam pendidikan matematik. Kajian yang dibincangkan dalam penulisan ini adalah tinjauan literatur sistematik (SLR) berkaitan peranan perisian Geogebra dalam pencapaian pelajar bagi pembelajaran matematik yang telah diterbitkan dalam lingkungan 5 tahun yang lepas. Kajian ini menggunakan protokol *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) bagi menganalisis artikel daripada Web of Science (WoS) dan Scopus. Dapatan kajian menunjukkan bahawa sebahagian besar artikel menggunakan pendekatan kuantitatif. Dapatan kajian berdasarkan negara menunjukkan bahawa negara Malaysia paling banyak melakukan kajian berkaitan perisian Geogebra dalam Matematik. Selain daripada itu, dapatan kajian juga menunjukkan bahawa penggunaan perisian Geogebra dapat meningkatkan pencapaian, pemahaman konsep, motivasi, kemahiran visualisasi, penglibatan, minat, keupayaan pemikiran kritis, penaakulan matematik dan penyelesaian masalah.

Keywords: alat digital, pendidikan matematik, perisian Geogebra, PRISMA, sorotan literatur bersistematik

ABSTRACT

The use of digital tools can enhance highly relevant skills and strategies in mathematics such as real -world problem solving. GeoGebra software allows students to learn abstract subjects, such as geometry, algebra and calculus interactively. The purpose of this study is to identify the role of Geogebra software in mathematics education. The study discussed in this paper is a systematic literature review (SLR) related to the role of Geogebra software in student achievement for mathematics learning that has been published within the last 5 years. This study used the Preferred Reporting Items protocol for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) to analyze articles from the Web of Science (WoS) and Scopus. The findings of the study indicate that most of the articles use a quantitative approach. The findings of the study based on country show that Malaysia does the most research related to Geogebra software in mathematics education. In addition, the findings of the study also show that the use of Geogebra software can improve achievement, conceptual understanding,

motivation, visualization skills, engagement, interest, critical thinking ability, mathematical reasoning and problem solving.

Keywords: *digital tools, Geogebra software, mathematics education, PRISMA, systematic literature highlights*

PENGENALAN

Penggunaan teknologi maklumat (Ling & Mohd Matore, 2021) dan perisian (Kiran & Kamran, 2010) memberi manfaat kepada pengajaran dan pembelajaran (PdP) matematik berbanding kaedah pengajaran tradisional. Sebagai contoh, kajian lepas membuktikan bahawa penerimaan pelajar terhadap gamifikasi dalam pembelajaran keliling dan luas daerah adalah tinggi (Zaharin, Abd Karim, Adenan, Md Junus, Tarmizi, Abd Hamid & Abd Latib, 2021). Sebaliknya, kaedah pengajaran tradisional menyukarkan pelajar memahami konsep matematik yang dipelajari (Harizon, 2005) kerana ianya lebih menumpukan kepada aspek teori (Nurihan, 2005). Oleh itu, pelajar menganggap matematik adalah sangat abstrak (Marzita & Rohaidah, 2006) kerana sukar mengaitkan matematik ke dalam kehidupan seharian mereka (Keitel, 2003). Pengajaran tradisional juga lebih menitikberatkan penghafalan rumus, langkah penyelesaian teratur, perolehan jawapan yang tepat, kemahiran menjawab soalan peperiksaan dan pengajaran berpusatkan guru (Fatmawati, 2007; Koh et al., 2008). Hal ini menyebabkan PdP kurang berkesan berikutan lebih memfokuskan penyampaian maklumat kepada pelajar (Effandi, 2009).

Penggunaan perisian dalam PdP merupakan revolusi daripada cara penyampaian pengajaran konvensional kepada model baharu berpusatkan pelajar. Kajian lepas menyatakan bahawa terdapat kesan yang signifikan penggunaan pendidikan teknologi ke atas pencapaian matematik pelajar (Bulut & Cutumisu, 2017; Demir & Kiliç, 2009; Falck, Mang & Woessmann, 2018; Kubiato & Vlckova, 2010; Luu & Freeman, 2011; Ponzio, 2011; Spiezia, 2010). Bulut dan Cutumisu (2017), berdasarkan data *Programme for International Student Assessment (PISA) 2012*, menunjukkan penggunaan Maklumat Teknologi Komunikasi (ICT) mempunyai kesan terhadap pencapaian pelajar di matematik dan sains. Almeqdadi (2005) menjelaskan lebih lanjut bahawa teknologi seperti penggunaan komputer dapat mempengaruhi sistem sekolah jika mereka digunakan dengan cara yang tepat kerana teknologi memberikan pelajar kekuatan mengawal apa yang mereka pelajari. Kajian yang dijalankan oleh Crompton dan Burke (2015) mengenai pembelajaran mudah alih dalam matematik menunjukkan bahawa terdapat minat yang semakin meningkat terhadap keberkesanan teknologi mudah alih, dengan 75% daripada 48 kajian melaporkan hasil pembelajaran yang positif. Begitu juga dalam Fabian et al. (2016) semakin mudah alih belajar dalam matematik, 77% daripada 31 kajian melaporkan bahawa teknologi mudah alih peningkatan pencapaian pelajar.

Antara perisian yang sudah direka cipta ialah sistem komputer ber-algebra, seperti *Derive*, *Mathematica*, *Maple* atau *MuPAD*, dan Sistem Dinamik Geometrik seperti *Geometer Sketchpad*, *Cabri Geometry* atau *GeoGebra*. Oleh itu, kajian ini akan meneroka manfaat perisian Geogebra dalam pembelajaran matematik. Perisian GeoGebra membolehkan pelajar mempelajari subjek abstrak, seperti geometri, algebra dan kalkulus secara interaktif dan cara penerokaan (Bhagat & Chang, 2015; Lichti & Roth, 2018; Shadaan & Leong, 2013). Namun, dalam menyampaikan pelajaran bersepadu GeoGebra, perhatian mesti diberikan dalam membuat keputusan dalam pemilihan pelajaran, dan reka bentuk aktiviti. Oleh kerana ia tidak sesuai untuk semua, pilihan untuk topik dan penyediaan bahan pengajaran yang sesuai ada di tangan guru. Justeru kajian SLR ini dijalankan bagi mengenalpasti peranan penggunaan perisian Geogebra dalam PdP matematik. Sejauh pemahaman pengkaji, tidak banyak kajian SLR dijalankan keatas peranan penggunaan perisian Geogebra dalam melaksanakan PdP matematik (Bray, 2017; Hillmayr, 2020). Oleh itu, kajian ini akan menyumbang kepada literatur tentang penggunaan perisian Geogebra dalam pendidikan matematik.

Soalan Kajian

Kajian ini dijalankan bagi mengkaji pencapaian pelajar dalam teknologi terhadap pembelajaran matematik. Dengan ini, kajian ini juga bertujuan untuk menjawab lima persoalan:

1. Bagaimanakah kajian Geogebra diedarkan dari segi tahun penerbitan?
2. Bagaimanakah kajian Geogebra diedarkan dari segi negara?
3. Apakah kaedah kajian yang digunakan dalam kajian sebelumnya?
4. Apakah peranan penggunaan Geogebra dalam pendidikan matematik murid sekolah?
5. Apakah topik yang dilibatkan dalam penggunaan Geogebra dalam pendidikan matematik?

TINJAUAN LITERATUR

GeoGebra adalah Geometri Dinamik Perisian (DGS) yang mempunyai ciri Geometri dan Algebra. GeoGebra pertama kali dikembangkan sebagai perisian untuk penggunaan komputer sahaja, tetapi kemudian diadaptasi menjadi aplikasi yang dapat diakses di Internet atau peranti mudah alih lain (telefon pintar atau iPad). Aplikasi Geogebra merupakan perisian matematik yang boleh digunakan secara percuma (IGI, 2016). Dalam matematik, misalnya, alat dinamik seperti GeoGebra (Greefrath et al., 2018; Hohenwarter et al., 2009) membolehkan pelajar mempelajari subjek abstrak, seperti geometri, algebra dan kalkulus secara interaktif dan cara penerokaan (Bhagat & Chang, 2015; Lichti & Roth, 2018; Shadaan & Leong, 2013). Di samping itu, alat digital juga dapat memberi peluang kepada pelajar untuk mempraktikkan pengetahuan kandungan yang diperoleh sebelumnya, yang penting misalnya untuk memupuk prinsip matematik dengan lebih asas tahap (Soliman & Hilal, 2016; Tienken & Wilson, 2007).

Beberapa kajian menunjukkan bahawa penggunaan alat digital dapat meningkatkan pembelajaran dan pengajaran dalam mata pelajaran yang berkaitan dengan teknologi seperti matematik (e.g., Gunbas, 2015). Penggunaan alat digital dapat menyokong kemahiran dan strategi yang sangat relevan dalam bidang kandungan saintifik dan matematik, seperti penyelesaian masalah dunia sebenar (Greefrath, Hertleif, & Siller, 2018; Huppert, Lomask, & Lazarowitz, 2002). Dalam matematik, misalnya, alat dinamik seperti GeoGebra (Greefrath et al., 2018; Hohenwarter et al., 2009) membolehkan pelajar mempelajari subjek abstrak, seperti geometri, algebra dan kalkulus secara interaktif dan cara penerokaan (Bhagat & Chang, 2015; Lichti & Roth, 2018; Shadaan & Leong, 2013). Di samping itu, alat digital juga dapat memberi peluang kepada pelajar untuk mengamalkan pengetahuan kandungan yang diperoleh sebelumnya, yang penting misalnya untuk memupuk prinsip matematik dengan lebih asas tahap (Soliman & Hilal, 2016; Tienken & Wilson, 2007).

Dengan fokus pada bukan hanya hasil kognitif, tetapi hasil pembelajaran afektif, ada bukti bahawa penggunaan alat digital dalam pengajaran dan belajar matematik dapat meningkatkan motivasi pelajar (e.g., Ozyurt et al., 2014; Turk & Akyuz, 2016). Ozyurt et al. (2014) menunjukkan bahawa pelajar lebih berpuas hati ketika mereka belajar matematik dengan penggunaan sistem bimbingan cerdas, dan mereka berpendapat bahawa ini memudahkan pemahaman matematik. Mengenai alat digital, Van der Kleij et al. (2015) meneliti kesan kaedah yang berbeza dalam memberikan maklum balas di persekitaran pembelajaran berasaskan komputer, seperti memberikan jawapan yang betul, memberikan kebenaran jawapan atau memberikan penjelasan mengapa jawapannya betul atau tidak. Mereka melaporkan kesan positif pada semua jenis maklum balas; namun, dihuraikan maklum balas, yang memberikan penjelasan, menunjukkan ukuran kesan terbesar.

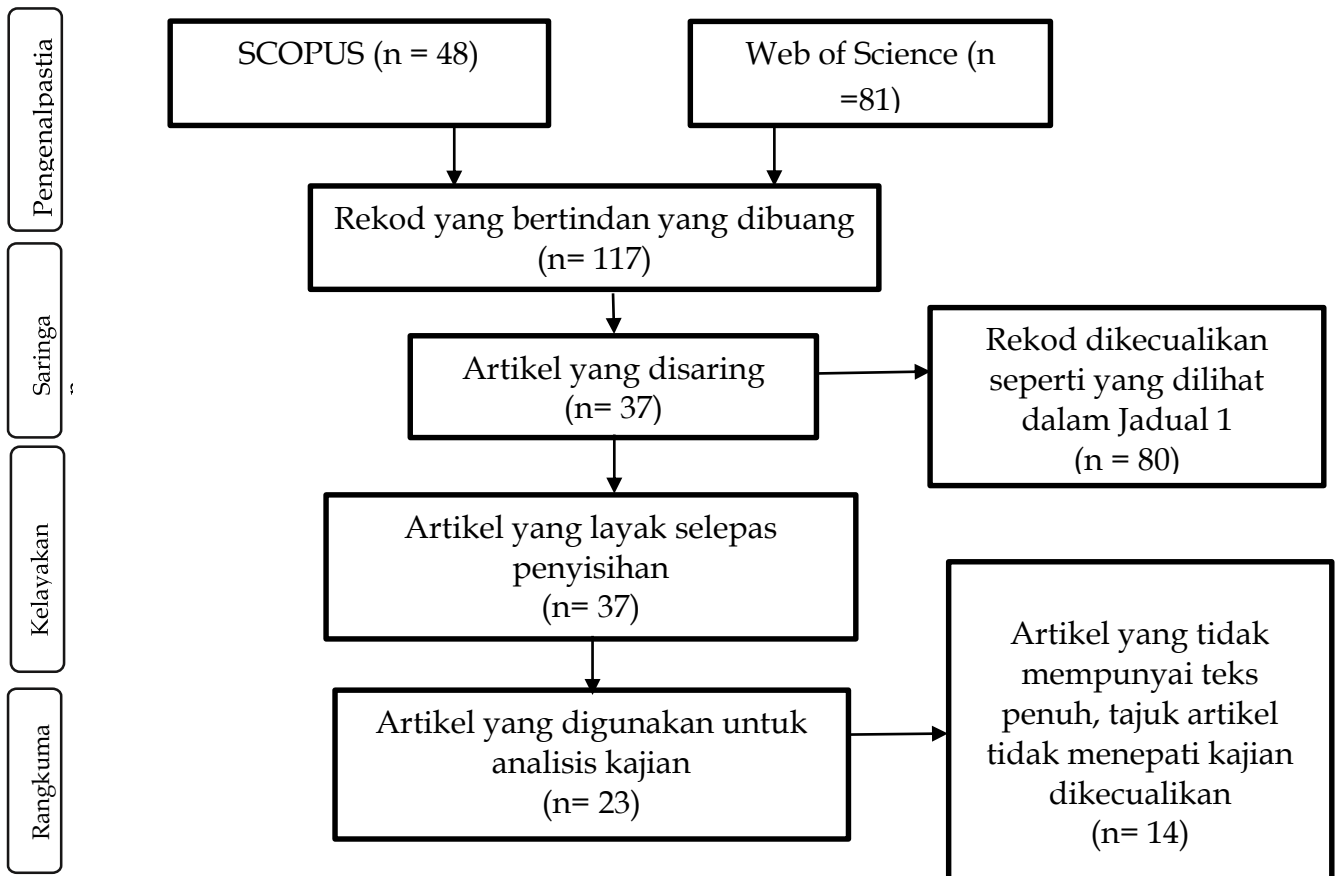
METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Untuk mengenal pasti idea dan peranan Geogebra dalam pendidikan matematik, Sorotan Literatur Bersistematik (SLR) telah dijalankan. SLR adalah kajian yang memerlukan pembentukan persoalan kajian yang jelas dengan menggunakan kaedah sistematik dan eksplisit dalam mengenal pasti, memilih, menilai, mengumpulkan dan menganalisis data daripada kajian yang lepas (Moher et al., 2009). Dengan mengkaji kajian yang relevan, ia memahami luas dan mendalam badan kerja yang ada dan mengenal pasti jurang yang akan diterokai. Dengan meringkaskan, menganalisis, dan mensintesis sekumpulan literatur yang berkaitan, kita dapat menguji hipotesis tertentu atau mengembangkan teori baru. Kajian ini dibuat oleh tinjauan literatur bersistematik yang memfokuskan efikasi sendiri dan rangkumannya dalam penyelidikan matematik.

Terdapat lima tahap (Bakar et al., 2018) yang digunakan dalam kajian ini. Tahap pertama adalah menyiapkan soalan sebelum melakukan tinjauan literatur. Sebagai contoh, kajian ini mempunyai lima persoalan kajian. Tahap kedua adalah menentukan tugas yang relevan, iaitu proses menentukan penyelidikan yang relevan sebelum disaring mengikut kriteria yang ditetapkan. Tahap ketiga melibatkan proses menilai kualiti penyelidikan berdasarkan kriteria penyelidikan yang diterima dan ditolak. Tahap keempat adalah meringkaskan bukti yang dikumpulkan, dan tahap kelima terakhir adalah menafsirkan hasil penyelidikan. Kajian sistematik adalah mengumpulkan kajian sorotan lepas dengan kriteria tertentu serta langkah yang sistematik dalam pencarian data. Ia bertujuan untuk mengkaji penggunaan teknologi Matematik dalam pengajaran dan pembelajaran sekolah rendah dan menengah. Menurut Pandey and Pandey (2015), penyelidikan sangat penting dalam memimpin manusia ke arah kehidupan yang lebih maju. Tanpa penyelidikan yang sistematik, kemajuan hanya berlaku sedikit sahaja.

Kajian ini menggunakan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Pengenalan kepada Ulasan Sistematik dan analisis Meta, 2013). Garis panduan PRISMA terdiri daripada rajah aliran empat fasa. Gambar rajah aliran menerangkan kriteria pengenalan, pemeriksaan, kelayakan dan penyertaan laporan yang berada di bawah skop tinjauan. Diagram Alir PRISMA 2009 secara khusus mengenal pasti kuantitatif aspek berapa banyak kajian yang dimasukkan dan dikecualikan. Tujuan SLR ini adalah memberikan ringkasan daripada tinjauan pengkaji secara kritis berdasarkan persoalan kajian (Kharlamov, 2016). Menggunakan kaedah PRISMA dapat membantu pengkaji menentukan kajian yang diperlukan berdasarkan persoalan kajian (Jamaludin et al., 2020). Terdapat langkah-langkah dalam carta alir PRISMA bagi menentukan kajian yang bersesuaian dengan kehendak pengkaji iaitu mengenai daya tahan dalam bidang matematik. Jadual 1 menunjukkan carta Alir PRISMA dalam kajian ini.



Rajah 1: Carta Alir PRISMA

Prosedur Kajian

Sampel kajian yang digunakan dalam kajian ini adalah artikel. Pangkalan data yang digunakan merangkumi: *Web of Science (WoS)* dan *SCOPUS*. Oleh kerana kemajuan teknologi mengubah kaedah pengambilan maklumat, pengambilan tarikh penerbitan hingga 2016 dan 2020 (artikel yang diterbitkan dalam 5 tahun), sehingga kami dapat membina tinjauan kami pada literatur baru-baru ini dengan mempertimbangkan pengambilan dan sintesis maklumat di era digital. Sebagai hasilnya, setiap pangkalan data dikunjungi dan kriteria pencarian tertentu dimasukkan yang berkaitan dengan tajuk disertasi ini. Tajuknya mula-mula dikaji dan kemudian abstraknya diteliti untuk menentukan sama ada sesuai dengan kajian atau tidak. Seterusnya, jika tekad sedemikian rupa sehingga kajian itu memenuhi awal yang diperlukan maka teks penuh adalah disimpan untuk semakan dan penilaian menyeluruh. Kata kunci yang digunakan antaranya ialah “Pendidikan Matematik” dan “Perisian Geogebra”.

Kriteria Kemasukan dan Pengecualian Kajian

Proses pengumpulan data adalah pemilihan kajian yang dinilai dikumpulkan melalui rangkaian carian akademik dalam pelbagai pangkalan data. Kriteria pemilihan penyertaan dan pengecualian diterapkan melalui penulis dan carian kata kunci tertentu dengan carian lanjutan di laman web pangkalan data tertentu. Terdapat beberapa kriteria yang diterima dan ditolak yang telah ditetapkan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Kriteria yang diterima ialah artikel yang diterbitkan dalam tempoh lima tahun terkini iaitu dari tahun 2016 hingga 2020 dan kriteria yang akan ditolak adalah artikel yang diterbitkan sebelum tahun 2016 dan bukan bab dalam buku serta ulasan. Artikel perlu berkaitan teknologi dalam pencapaian matematik yang merangkumi peringkat pengajian iaitu sekolah rendah dan menengah. Artikel mestilah kajian empirikal berteks penuh yang telah disemak dan diterbitkan

dalam bahasa Melayu. Pangkalan data terkemuka iaitu *SCOPUS* dan *Web of Science* digunakan dalam pencarian artikel bagi SLR yang dijalankan. Istilah carian yang digunakan antaranya ialah “Pendidikan Matematik”, “Perisian Geogebra” dan “Pencapaian Matematik”. Manakala, kajian yang dijalankan hanya menggunakan artikel jurnal dan mengecualikan prosiding, persidangan, buku, sorotan kajian dalam pemilihan bahan rujukan. Perkara ini disebabkan oleh artikel jurnal merupakan bahan rujukan yang mempunyai pelaporan yang lengkap dan terperinci.

Jadual 1: Kriteria Penerimaan dan Penolakan Artikel

Kriteria	Justifikasi
Penerbitan daripada tahun 2016 hingga 2020.	Untuk mengasingkan jangka masa yang relevan selama 5 tahun digunakan.
Bahasa Inggeris dan Bahasa Melayu	Bahasa yang dipilih adalah Bahasa Inggeris dan Bahasa Melayu.
Tersedia secara elektronik	Oleh kerana kekangan masa, set sampel utama akan dikenal pasti dan diminta melalui perpustakaan UPSI, laman web jurnal (percuma) atau melalui laman web lain
Dalam bidang Geogebra dan Matematik	Tujuan tinjauan sistematik ini adalah untuk mengkaji Geogebra dan Matematik

Analisis Data

Data dikumpul dengan mengekstrak tajuk, tahun, jenis pendekatan teknologi dan peranan penggunaan perisian Geogebra bagi setiap artikel kajian lepas. Antara pendekatan yang ada, analisis tematik dipilih untuk tinjauan sistematik ini. Analisis tematik melibatkan ‘menganal pasti dan menerangkan idea tersirat dan eksplisit dalam data, iaitu tema’ (Guest et al., 2011). Analisis tematik adalah kaedah analisis data kualitatif yang mudah diakses, fleksibel, dan semakin popular. Belajar melakukannya menyediakan pengkaji kualitatif dengan asas dalam kemahiran asas yang diperlukan untuk terlibat dengan pendekatan lain untuk analisis data kualitatif. Selain itu, analisis tematik merupakan data konfiguratif yang menggunakan sejumlah pendekatan antaranya ialah tafsiran sebagai aktiviti berterusan semasa analisis dan proses sintesis (Gough & Thomas, 2012).

DAPATAN KAJIAN

Terdapat 23 artikel yang digunakan untuk menjawab soalan kajian selepas melakukan proses semakan menggunakan protokol PRISMA. Artikel terpilih telah dianalisis secara sistematik dengan menggunakan menggunakan analisis tematik. Terdapat lima soalan kajian iaitu bagaimanakah kajian Geogebra diedarkan dari segi tahun penerbitan?, Bagaimanakah kajian Geogebra diedarkan dari segi negara?, Apakah kaedah kajian yang digunakan dalam kajian sebelumnya? dan Apakah peranan penggunaan Geogebra dalam pendidikan matematik murid sekolah?. Jadual 2 menyenaraikan dan membanding bezakan artikel yang terpilih.

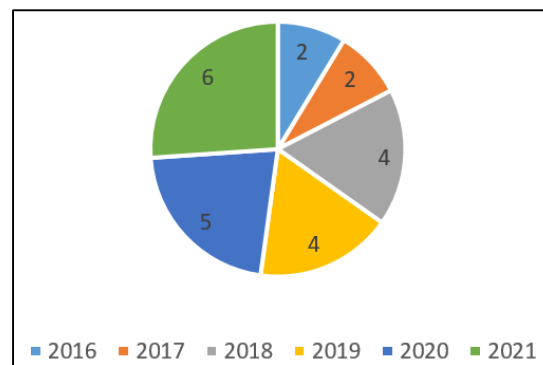
Jadual 2: Analisis tematik berdasarkan artikel telah disemak

Penulis	Tahun Penerbitan	Negara	Peranan Penggunaan Geogebra	Kaedah Kajian	Topik
Linda Vu	2018	Georgia	Minat pembelajaran dan keupayaan pemikiran kritis	Kuantitatif	Geometri
Ljajko	2016	Eropah	Pencapaian	Kuantitatif	Jarak
Joshi	2020	Nepal	Pencapaian	Kuantitatif	Persamaan linear
Sharifah	2016	Malaysia	Pengetahuan konsep, prosedur dan pencapaian	Kuantitatif	Fungsi
Silfanus	2020	Indonesia	Pemahaman konsep	Kuantitatif	Konsep Geometri
Zulnaidi	2019	Malaysia	Pencapaian	Kuantitatif	Fungsi dan had fungsi
Mushipe	2019	Afrika Selatan	Pencapaian	Kuantitatif	Fungsi linear
Mosese	2021	Afrika Selatan	Pencapaian	Kuantitatif	Trigonometri
Nurhayati	2020	Indonesia	Pencapaian	Kualitatif	Segi Tiga
Kashiem	2021	Taiwan	Pemahaman konsep	Kuantitatif	Geometri
Suweken	2017	Indonesia	Penglibatan dan pencapaian	Kuantitatif	Geometri Analitik
Khalil	2018	Pakistan	Pencapaian	Kuantitatif	Geometri Analitik
Birgin	2020	Turkey	Pencapaian	Kuantitatif	Fungsi eksponen dan logaritma
Alabdulaziz	2021	Saudi Arabia	Pencapaian	Kuantitatif	Polar Koordinat dan Nombor Kompleks
Zulnaidi	2017	Malaysia	Pemahaman konsep dan prosedur	Kuantitatif	Fungsi
Olsson	2018	Sweden	Pencapaian	Kuantitatif	Fungsi linear
Mui Kim	2017	Malaysia	Pencapaian dan penglibatan	Kuantitatif	Geometri
Gebeyehu	2021	Ethiopia	Pemahaman konsep	Kuantitatif	Konsep Limit
Kohen	2019	Israel	Kemahiran visualisasi	Kuantitatif	Fungsi
Adelabu	2019	Afrika Selatan	Pencapaian	Kuantitatif	Geometri
Halim	2020	Malaysia	Motivasi	Kuantitatif	Graf Fungsian II
Francisco	2021	Spain	Pencapaian dan kemahiran spasial	Kuantitatif	Fungsi
Gutiérrez	2021	Spain	Penaakulan matematik dan penyelesaian masalah	Kuantitatif	Isometri

Pengedaran Kajian Berdasarkan Tahun Penerbitan

Soalan kajian pertama ialah bagaimanakah kajian penggunaan perisian Geogebra diedarkan dari segi tahun penerbitan. Secara keseluruhannya, Rajah 2 menunjukkan taburan tahun penerbitan dalam penggunaan perisian Geogebra dalam pendidikan matematik. Dapatan kajian bagi teknologi Geogebra

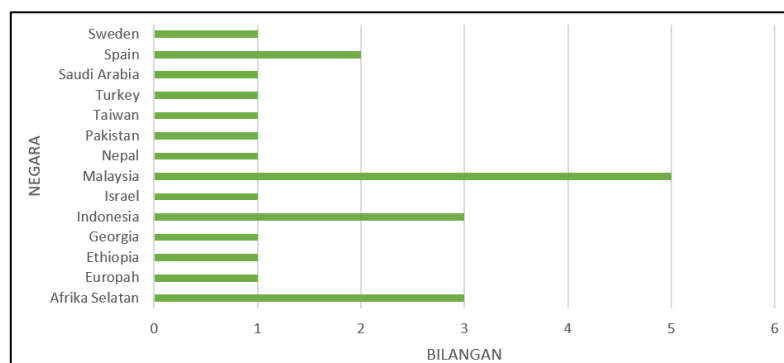
dalam matematik mengikut tahun adalah tidak seimbang dengan kajian paling banyak diterbitkan pada tahun 2021 iaitu sebanyak 6 kajian. Diikuti dengan tahun 2018, 2019 dan 2020 sebanyak 4 kajian. Manakala sebanyak 3 kajian dilakukan pada tahun 2016 dan 2 kajian dilakukan pada tahun 2017. Hasil kajian menunjukkan bahawa kajian yang banyak diterbitkan tentang teknologi Geogebra adalah bermula pada tahun 2021. Ini menggambarkan bahawa ramai pengkaji berminat untuk melakukan kajian tentang teknologi Geogebra dalam matematik.



Rajah 2: Tahun Penerbitan

Pengedaran Kajian Berdasarkan Negara Kajian

Berkenaan kajian yang dikaji berhubung dengan negara. Rajah 3 menunjukkan beberapa buah negara di mana kajian dilaksanakan. Berdasarkan jadual tersebut, dapat disimpulkan majoriti kajian ini dilaksanakan di Malaysia. Negara Malaysia menjadi negara tertinggi kajian berkaitan penggunaan teknologi Geogebra dalam matematik iaitu sebanyak 5 kajian. Diikuti dengan negara Indonesia dan Afrika Selatan sebanyak 3 kajian dan seterusnya, negara Sepanyol melakukan kajian sebanyak 2 kajian berkaitan penggunaan Geogebra. Dan sebanyak 1 kajian dilakukan di negara Georgia, Eropah, Ethiopia, Israel, Nepal, Pakistan, Saudi Arabia, Sweden, Taiwan dan Turkey.



Rajah 3: Negara Kajian

Pengedaran Kajian Berdasarkan kaedah kajian

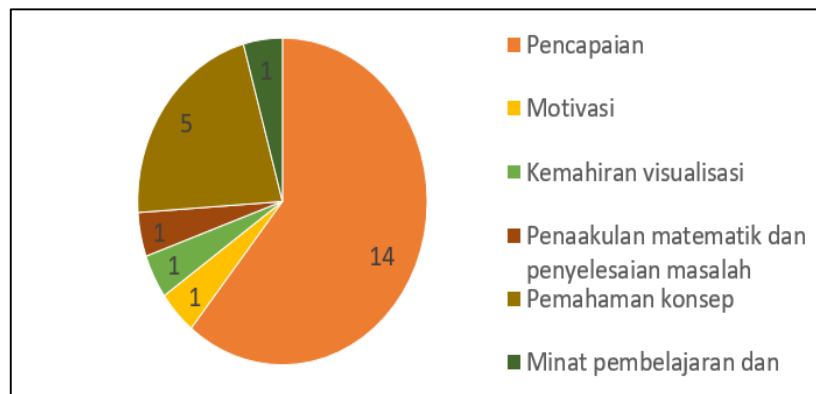
Untuk menjawab soalan kajian ketiga adalah kajian berdasarkan kaedah kajian. Dalam Jadual 3, menunjukkan kajian berdasarkan kuantitatif adalah paling banyak dijalankan dalam penggunaan teknologi Geogebra dalam matematik iaitu sebanyak 23 kajian. Berdasarkan kajian kuantitatif yang telah dianalisis, terdapat banyak kajian dijalankan dengan kaedah kuasi eksperimental dan eksperimental bagi memperoleh data. Perlu dinyatakan bahawa dalam proses analisis artikel yang diterbitkan dalam tempoh 2016-2021, kajian kualitatif didapati tidak diambil kira kerana kajian pencarian penyelidikan kuantitatif yang mencerminkan peranan perisian geogebra terhadap pendidikan matematik.

Jadual 3: Kaedah Kajian

Reka bentuk kajian	Bilangan
Kuantitatif	23
Kualitatif	0
Gabungan	0

Peranan penggunaan Geogebra dalam pendidikan Matematik

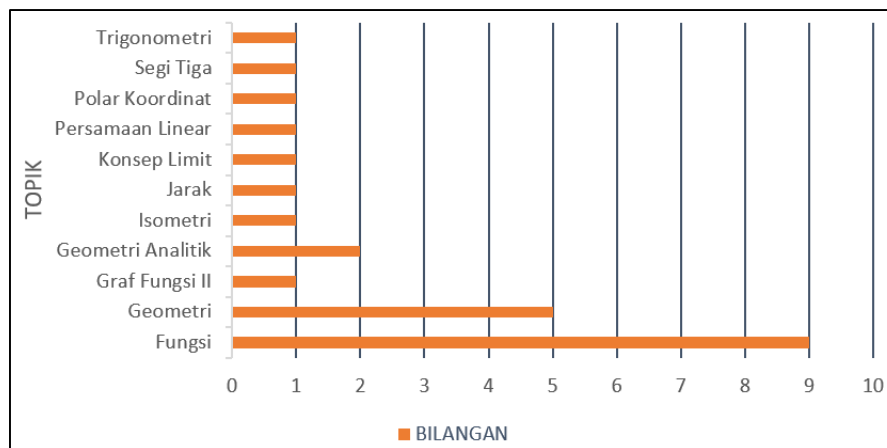
Peranan penggunaan Geogebra yang digunakan dalam kajian telah dinyatakan dalam Rajah 4. Berdasarkan dapatan kajian mendapati bahawa pencapaian adalah paling banyak digunakan dalam kajian. Peranan penggunaan Geogebra kedua yang kerap digunakan oleh penyelidik ialah pemahaman konsep semasa menjalankan kajian. Selain itu, peranan yang lain seperti motivasi, kemahiran visualisasi, penglibatan, minat pembelajaran dan keupayaan pemikiran kritis dan penaakulan matematik dan penyelesaian masalah juga antara peranan yang digunakan dalam penggunaan Geogebra.



Rajah 4: Peranan Penggunaan Geogebra

Topik Matematik dalam Penggunaan Geogebra

Topik yang digunakan dalam kajian telah dinyatakan dalam Rajah 5. Berdasarkan dapatan kajian mendapati bahawa topik fungsi yang paling banyak digunakan dalam kajian. Selain topik tersebut, topik Geometri juga kerap digunakan oleh para penyelidik semasa menjalankan kajian. Seterusnya, topik – topik lain seperti Geometri Analitik, Graf Fungsi II, Isometri, Jarak, Konsep Limit, polar Koordinat, Persamaan Linear, Segi Tiga dan Trigonometri juga antara topik yang digunakan dalam kajian perisian Geogebra.



Rajah 5: Topik Matematik

PERBINCANGAN

Tujuan kajian ini adalah bagi mengenalpasti peranan perisian Geogebra dalam pendidikan matematik dengan menggunakan SLR. Dapatan kajian menunjukkan bahawa kajian penggunaan perisian Geogebra meningkat dari tahun 2018 hingga 2021. Hal ini menunjukkan para penyelidik berminat untuk mengkaji penggunaan Geogebra dalam pendidikan matematik. Hal ini adalah kerana perisian Geogebra adalah boleh digunakan secara percuma dan mudah digunakan. Selaras dengan dapatan kajian ini, Zulnaidi dan Oktavika (2018) menyatakan bahawa penggunaan GeoGebra sebagai alat bantu mengajar boleh mengurangkan tanggapan salah tentang fungsi had dengan lebih baik daripada kaedah tradisional. Menariknya lagi, Diaz-Nunja et al. (2018) juga menunjukkan perisian Geogebra menghasilkan kesan yang sangat ketara pada matematik komunikasi, penaakulan dan pembuktian, serta penyelesaian masalah.

Dapatan kajian berdasarkan negara menunjukkan bahawa negara Malaysia paling banyak melakukan kajian berkaitan perisian Geogebra dalam matematik. Selain itu, negara Indonesia dan Afrika Selatan juga menjadi penyelidikan yang tinggi diantara negara – negara lain yang telah disenaraikan. Dapatan kajian ini selari dengan beberapa kajian antaranya Jelatu et al. (2018), Nuraeni dan Rosyid (2019), Siswanto dan Kusumah, (2017) Supriadi, Kusumah, Sabandar dan Afgani (2014) melaporkan bahawa penggunaan perisian matematik mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap matematik pelajar. Walau bagaimanapun, beberapa kajian lain yang dijalankan oleh Herawati dan Siliwangi (2017), Ramadhani (2017), dan Setyani (2016) melaporkan bahawa penggunaan matematik perisian dalam pembelajaran adalah berpengaruh, tetapi tidak signifikan.

Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa penyelidikan lebih banyak menggunakan kaedah kuantitatif bagi kajian perisian Geogebra dalam matematik. Dapatan ini menunjukkan bahawa kaedah kuantitatif menjadi fokus utama dalam penggunaan perisian Geogebra dalam matematik. Hal ini diselari dengan kajian Chan dan Leung (2014) menerbitkan meta-analisis di mana mereka meneliti kajian kuantitatif antarabangsa diterbitkan antara 2001 dan 2013 yang membandingkan pelajaran DGS dengan pelajaran kertas dan pensel. Mereka menemui sembilan kajian (dengan jumlah 587 peserta) yang menggunakan DGS sebagai alat untuk pembelajaran geometri, yang mengkaji pelajar sekolah rendah atau menengah dengan menggunakan reka bentuk eksperimen atau kuasi eksperimen dan menggunakan pencapaian matematik sebagai pembolehubah bersandar.

Dapatan kajian ini mengukuhkan lagi kajian dengan kenyataan Arbain dan Shukor (2015) menunjukkan bahawa pelajar mempunyai sikap positif terhadap pembelajaran matematik, mencapai pencapaian yang diharapkan dalam pembelajaran mereka melalui penggunaan perisian Geogebra. Perkembangan arus teknologi telah memberi kesan dan perubahan terhadap proses pengajaran dan pembelajaran di seluruh dunia. Aplikasi teknologi Geogebra dalam pendidikan telah mengubah

pengajaran dan pembelajaran berbentuk tradisional kepada pengajaran dan pembelajaran yang berbentuk interaktif. Selain itu, pernyataan ini disokong juga oleh kajian Ocal (2017) yang menyatakan aplikasi teknologi seperti perisian Geogebra digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran adalah bertujuan untuk menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan berkonsepsi.

Dapatan kajian menunjukkan bahawa topik Fungsi yang paling banyak digunakan dalam kajian. Dapatan kajian ini selari dengan kajian Antohe (2009), Haciomeroglu (2009), Hutkemri dan Effandi (2010), dan Rincon (2009) yang menyatakan bahawa GeoGebra boleh diaplikasikan dalam matematik terutamanya dalam pengajaran dan pembelajaran Geometri, Algebra dan Kalkulus. Ia secara meluas disyorkan untuk diaplikasikan dalam pelbagai aktiviti yang berasaskan konsep matematik. Selain itu, perisian ini sangat membantu dalam menerangkan konsep dan prosedur melalui mencipta grafik, imej dan simbol. Selain itu, perisian GeoGebra digunakan untuk meningkatkan pengetahuan konseptual dan prosedural pelajar berdasarkan keperluan untuk mengintegrasikan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran matematik. Pernyataan ini disokong oleh kajian Caglayan (2014) menentukan bahawa menggunakan GeoGebra sebagai alat kognitif dan mempertimbangkan aspek dinamik untuk pengajaran tentang fungsi eksponen dan logaritma bagi membantu guru matematik pra - perkhidmatan untuk mentafsir dengan lebih baik dan mengenal pasti perkaitan antara perwakilan algebra dan grafik bagi fungsi.

KESIMPULAN

Secara kesimpulannya, mendapati pelajar yang menggunakan teknologi GeoGebra mempamerkan kesan yang lebih baik terhadap pembelajaran matematik berbanding mereka yang menggunakan kaedah tradisional. Kesan positif teknologi GeoGebra yang dijangkakan ke atas matematik pelajar dengan beberapa dapatan kajian terdahulu. Hasil ini dapat dijelaskan oleh penyelidikan terdahulu yang mengesahkan perbezaan yang signifikan dalam pengetahuan prosedur dan konseptual fungsi matematik antara pelajar yang menggunakan GeoGebra dan mereka yang diajar menggunakan kaedah konvensional. Selain itu, salah satu sumber teknologi yang lebih berkesan dalam matematik dipanggil GeoGebra yang menggabungkan algebra dan geometri menjadi satu perisian dinamik. Daripada tinjauan literatur, terdapat beberapa artikel yang ditulis menunjukkan kesan positif apabila matematik guru menggunakan GeoGebra dalam bilik darjah mereka. Dalam penyelidikan ini, GeoGebra digunakan untuk meneroka kesan ke atas peranan perisian Geogebra terhadap pelajar dalam matematik. Seterusnya, pelajar yang menggunakan GeoGebra akan mempunyai pencapaian matematik yang lebih baik. Oleh itu, mereka yang diajar menggunakan kaedah konvensional mempunyai lebih banyak salah tanggapan mengenai perisian Geogebra. Dapatan daripada kajian lepas, yang menyatakan bahawa penggunaan GeoGebra sebagai alat bantu mengajar boleh mengurangkan salah tanggapan tentang fungsi lebih baik daripada kaedah tradisional. Oleh itu, kepentingan penggunaan GeoGebra sebagai alat bantu dalam bilik darjah matematik melibatkan pencapaian pelajar dalam pelbagai topik matematik.

CADANGAN KAJIAN

Kajian ini mencadangkan bahawa pembelajaran matematik dalam penggunaan teknologi Geogebra untuk pencapaian pelajar haruslah diberi perhatian. Berdasarkan kajian ini, didapati memberi kesan positif terhadap pendidikan matematik diantara pelajar yang menggunakan teknologi dengan pelajar yang menggunakan bahan bercetak. Ini memberi sebab bahawa para pendidik khususnya guru matematik perlu mempelbagaikan kaedah pengajaran dan pembelajaran yang lebih sesuai digunakan agar dapat mempertingkatkan lagi pendidikan matematik. Selain itu, isi kandungan dan gaya persembahan teknologi Geogebra bagi mata pelajaran matematik dapat diperkukuhkan lagi dengan kaedah – kaedah yang mampu menarik perhatian pelajar untuk mengambil tahu dengan lebih mendalam isi kandungan teknologi Geogebra yang digunakan. Seterusnya, kajian literatur bersistematik ini juga dapat digunakan oleh pembaca sebagai bahan untuk penguasaan terhadap

penggunaan teknologi dalam matematik. Ini supaya peranan teknologi Geogebra dapat meningkatkan pembelajaran dalam matematik bagi penggunaan teknologi Geogebra. Pemilihan kaedah dalam pengajaran dan pembelajaran yang berkesan amat penting bagi proses penguasaan maklumat dan pengetahuan baru terhadap pelajar. Mempelbagaikan kaedah pengajaran dan pembelajaran boleh diterapkan oleh para pendidik untuk menarik minat pelajar bagi menguasai pengetahuan baru. Memandangkan kajian ini lebih banyak menggunakan kaedah kuantitatif sahaja iaitu kuasi eksperimental dan eksperimental terhadap penggunaan Geogebra dalam matematik pelajar, maka dicadangkan juga bagi kajian akan datang, kajian seperti ini dilakukan dengan kaedah kualitatif seperti soal selidik atau pemerhatian. Sekiranya menggunakan kaedah soal selidik atau pemerhatian terhadap kajian seperti ini, pengkaji akan mendapat data atau maklumat yang lebih berguna dan dapat mengukuhkan lagi dapatannya.

RUJUKAN

- Abdullah, A. H., Misrom, N. S., Kohar, U. H., Hamzah, M. H., Ashari, Z. M., Ali, D. F., Samah, N. A., Tahir, L. M., & Rahman, S. N. (2020). The effects of an inductive reasoning learning strategy assisted by the GeoGebra software on students' motivation for the functional graph II topic. *IEEE Access*, 8, 143848–143861. doi:10.1109/access.2020.3014202
- Adelabu, F. M., Makgato, M., & Ramaligela, M. S. (2019). The Importance of Dynamic Geometry Computer Software on Learners' Performance in Geometry. *The Electronic Journal of e-Learning*, 17(1): 52-63
- Alabdulaziz, M. S., Aldossary, S. M., Alyahya, S. A., & Althubiti, H. M. (2020). The effectiveness of the GeoGebra programme in the development of academic achievement and survival of the learning impact of the mathematics among secondary stage students. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2685–2713. doi:10.1007/s10639-020-10371-5
- Almeqdadi, F. (2005). The Effect of Using the Geometer's Sketchpad (Gsp) on Jordanian students' understanding some geometrical concepts. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 43, 1-14.
- Antohe, V. (2009). Limits of educational soft GeoGebra in a critical constructive review. *Annals. Computer Science Series*, 7(1), 47–54
- Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The effects of GeoGebra on students' achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 172, 208–214. doi:10.1016/j.sbspro.2015.01.356
- Baye, M. G., Ayele, M. A., & Wondimuneh, T. E. (2021). Implementing Geogebra integrated with multi-teaching approaches guided by the APOS theory to enhance students' conceptual understanding of limit in Ethiopian universities. *Heliyon*, 7(5). doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07012
- Birgin, O., & Acar, H. (2020). The effect of computer-supported collaborative learning using GeoGebra software on 11th grade students' mathematics achievement in exponential and logarithmic functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–18. doi:10.1080/0020739x.2020.1788186
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research - A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273. doi:10.1016/j.compedu.2017.07.004
- Bree, R. T., & Gallagher, G. (2016). Using Microsoft Excel to code and thematically analyse qualitative data: a simple, cost-effective approach. *All Ireland Journal of Higher Education*, 8(2).
- Chang, C.-Y., & Bhagat, K. K. (2015). Incorporating GeoGebra into geometry learning-a lesson from India. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1). doi:10.12973/eurasia.2015.1307a
- Chan, K. K., & Leung, S. W. (2014). Dynamic geometry software improves mathematical achievement: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 51(3), 311–325. doi:10.2190/EC.51.3.c
- Crompton, H., & Burke, D. (2015). Research trends in the use of mobile learning in mathematics. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 7(4): 1–15.
- del Cerro Velázquez, F., & Morales Méndez, G. (2021). Application in augmented reality for learning mathematical functions: A study for the development of spatial intelligence in Secondary Education Students. *Mathematics*, 9(4), 369. doi:10.3390/math9040369
- Diaz-Nunja, L., Rodríguez-Sosa, J., & Lingán, S. K. (2018). Enseñanza de la geometría con el software GeoGebra en estudiantes secundarios de institución educativa en Lima. *Propósitos y Representaciones*, 6(2), 217–234. doi:10.20511/pyr2018.v6n2.251

- Effandi Zakaria. (2009). Promoting cooperative learning in science and mathematics education: A Malaysian perspective. *Colección Digital Eudoxus* 22, 35-39
- Fabian, K., Topping, K. J., & Barron, I. G. (2016). Mobile technology and mathematics: effects on students' attitudes, engagement, and achievement. *Journal of Computers in Education*, 3, 77-104. doi:10.1007/s40692-015-0048-8
- Fatmawati Mohd Deris. (2007). Penggunaan Hamparan Elektronik Dalam Pengajaran Graf Fungsi Di Kalangan Pelajar Tingkatan Lima. Tesis Universiti Malaya.
- Gough, D., Thomas, J., & Oliver, S. (2012). Clarifying differences between review designs and methods. *Systematic Reviews*, 1(1). doi:10.1186/2046-4053-1-28
- Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2018). GeoGebra as a tool in modelling processes. *Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education*, 363-374. doi:10.1007/978-3-319-76575-4_21
- Guest, G., MacQueen, K. M., & Namey, E. E. (2012). *Applied Thematic Analysis*. SAGE
- Gutiérrez, A., Jaime, A., & Gutiérrez, P. (2021). Networked analysis of a teaching unit for primary school symmetries in the form of an e-book. *Mathematics*, 9(8), 832. doi:10.3390/math9080832
- Haciomeroglu, E. S., Bu, L., Schoen, R. C., & Hohenwarter, M. (2009). Learning to develop mathematics lessons with GeoGebra. *MSOR Connections*, 9(2), 24-26.
- Herawati, L., Studi, P., Matematika, P., & Siliwangi, U. (2017). Peningkatan kemampuan koneksi matematik peserta didik menggunakan model problem based learning (PBL) dengan berbantuan Software Geogebra *Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pengajaran Matematika*, 3(1), 39-44
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897. doi:10.1016/j.compedu.2020.103897
- Hohenwarter, J., Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2009). Introducing dynamic mathematics software to secondary school teachers: The case of GeoGebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135-146.
- Huppert, J., Lomask, S. M., & Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: Students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821. doi:10.1080/09500690110049150
- Hutkemri & Zakaria, E. (2010). The GeoGebra software in mathematic teaching. *Proceeding international seminar comparative studies in education system between Indonesia and Malaysia*. Rizqi Press
- Hutkemri, H., & Zamri, S. (2016). Effectiveness of geogebra on academic and conceptual knowledge: Role of students' procedural knowledge as a mediator. *The New Educational Review*, 44(2), 153-164. doi:10.15804/tner.2016.44.2.12
- Jamaludin, N. I., Shahimi, S., Bibi, L., & Hameed, M. (2020). Elemen kepercayaan sebagai teras sumbangan melalui pendanaan awam bertujuan kebajikan. *Asian Journal of Accounting and Governance*, 13, 55-65. doi:10.17576/ajag-2020-13-05
- Jelatu, S., Sariyasa, & Ardana, I. M. (2018). Effect of GeoGebra-aided REACT strategy on understanding of geometry concepts. *International Journal of Instruction*, 11(4), 325-336. doi:10.12973/iji.2018.11421a.
- Jelatu, S., Sariyasa, S., & Ardana, I. M. (2020). Effect of geogebra-aided react strategy on understanding of geometry concepts. *International Journal of Instruction*, 11(4), 325-336. doi:10.12973/iji.2018.11421a
- Jia Ling, T., & Mohd Matore, M. E. @ E. (2021). The use of information and communication technology in the teaching and learning of mathematics: A systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11(1), 45-59. doi:10.37134/jpsmm.vol11.1.5.2021
- Joshi, D. D. (2020). *Effect of using geogebra on eight grade students' understanding in learning linear equations*. Academia.edu
- Khalil, M., Farooq, R. A., Çakıroğlu, E., Khalil, U., & Khan, D. M. (2018). The development of mathematical achievement in analytic geometry of grade-12 students through GeoGebra Activities. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4). doi:10.29333/ejmste/83681
- Kim, K. M., & Md-Ali, R. (2017). Geogebra: Towards realizing 21st century learning in mathematics education. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*. doi:10.32890/mjli.2017.7799
- Keitel, C. (2003). Values in mathematics classroom practice: The students' perspective. learners perspective study international research team. University of Melbourne, Australia
- Koh, L. L., Choy, S. K., Lai, K. L., Khaw, A. H. & Seah, A. H. (2008). Kesan pembelajaran kooperatif terhadap sikap dan pencapaian matematik bagi murid-murid sekolah rendah di sekitar bandar Kuching. *Jurnal Penyelidikan* 8(50-64), 50-64
- Kohen, Z., Amram, M., Dagan, M., & Miranda, T. (2019). Self-efficacy and problem-solving skills in mathematics: The effect of instruction-based dynamic versus Static Visualization. *Interactive Learning Environments*, 1-20. doi:10.1080/10494820.2019.1683588

- Liang, H.-N. & Sedig, K. (2010). Can Interactive Visualization Tools Engage and Support Pre- University Students in Exploring Non-Trivial Mathematical Concepts? *Computers & Education*, 54(4), 972-991.
- Lichti, M., & Roth, J. (2018). How to foster functional thinking in learning environments using computer-based simulations or real materials. *Journal for STEM Education Research*, 1(1-2), 148–172. doi:10.1007/s41979-018-0007-1
- Linda, V., Xie, Y., & Han, M. (2018). Designing visually interactive learning modules to promote students' critical thinking in Mathematics. *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. <https://doi.org/10.1109/fie.2018.8658568>
- Ljajko, E., Mihajlović, M., & Pavličić, Z. (2016). The hyperbola and Geogebra in high-school instruction. *Teaching Mathematics and Computer Science*, 8(2), 277–285. doi:10.5485/tmcs.2010.0265
- Liburd, K. K., & Jen, H.-Y. (2021). Investigating the effectiveness of using a technological approach on students' achievement in Mathematics—case study of a high school in a Caribbean country. *Sustainability*, 13(10), 5586. doi:10.3390/su13105586
- Marzita Puteh & Rohaidah Masri. (2004). Geometer Sketchpad: Penggunaannya Dalam Pembelajaran Matematik Tambahan. *Proceeding 2003 Regional Conference on Interating Technology in Mathematical Sciences*, 193-203.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The Prisma statement. *PLoS Medicine*, 6(7). doi:10.1371/journal.pmed.1000097
- Mosese, N., & Ogbonnaya, U. I. (2021). GeoGebra and students' learning achievement in trigonometric functions graphs representations and Interpretations. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(2), 827–846. doi:10.18844/cjes.v16i2.5685
- Mushipe, M., & Ogbonnaya, U. I. (2019). Geogebra and grade 9 learners' achievement in linear functions. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(08), 206. doi:10.3991/ijet.v14i08.9581
- Nuraeni, Z., & Rosyid, A. (2019). Implementation of index card match learning model with problem posing approach assisted by MATLAB software to improve students' problem solving ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1179(1), 012074. doi:10.1088/1742-6596/1179/1/012074
- Nurhayati, Palobo, M., Nur'aini, K. D., Natsir, I., Meirista, E., & Munfarikhatin, A. (2020). Implementation of software geogebra on triangles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(4), 042068. doi:10.1088/1742-6596/1569/4/042068
- Nurihan Nasir. (2005). Penggunaan Perisian Autograph Dalam Pengajaran Topik Graf Fungsi Kuadratik Di Kalangan Pelajar Tingkatan Empat. Tesis Universiti Pendidikan Sultan Idris
- Ocal, M. F. (2017). The Effect of Geogebra on Students' Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Applications of Derivative. *Higher Education Studies*, 7(2), 67–78.
- Olsson, J., & Granberg, C. (2018). Dynamic software, task solving with or without guidelines, and learning outcomes. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(3), 419–436. doi:10.1007/s10758-018-9352-5
- Özyurt, Ö. Özyurt, H., Güven, B., & Baki, A. (2014). The effects of UZWEBMAT on the probability unit achievement of Turkish eleventh grade students and the reasons for such effects. *Computers & Education*, 75(1), 1–18.
- Pandey, P., & Pandey, M. M. (2015). Research methodology: tools and techniques. Obtenido de research methodology: tools and techniques: <http://euacademic.org/BookUpload/9.pdf>
- Ramadhani. (2017). Perbedaan peningkatan self efficacy matematis antara siswa yang mendapat pembelajaran penemuan terbimbing berbantuan geogebra dengan tanpa berbantuan Geogebra Di SMPN 22 Medan, *Jurnal Pendidikan MIPA*, 2(1), 159–165
- Rincon, L.F. (2009). Designing Dynamic and Interactive Applications Using Geogebra Software. Kean University. ERIC Full text and Thesis
- Sadasue, T., Igi, S., Taniguchi, K., Ikeda, R., & Oi, K. (2016). Fracture behaviour and numerical study of resistance spot welded joints in high-strength steel sheet. *Welding International*, 30(8), 602 613. doi:10.1080/09507116.2016.1142187
- Shadaan, P., & Leong, K. E. (2012, November 30). *Effectiveness of using geogebra on students' understanding in learning circles*. Malaysian Online Journal of Educational Technology Suffian, H. binti. (2005). *Perisian Geometer's Sketchpad Sebagai Bahan Interaktif Dalam Pengajaran dan Pembelajaran Matematik: Ke Tangen kepada bulatan: Semantic scholar*.
- Soliman, M. M., & Hilal, A. J. (2016). Investigating the effects of computer-assisted instruction on achievement and attitudes towards mathematics among seventh-grade students in Kuwait. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 23(4), 145.
- Siswanto, R. D., & Kusumah, Y. S. (2017). Peningkatan kemampuan geometri spasial siswa smp melalui pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan geogebra. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 10(1). doi:10.30870/jppm.v10i1.1196

- Supriadi, N., Kusumah, Y. S., Sabandar, J., & Afgani, J. D. (2014). Developing highorder mathematical thinking competency on high school students' through geogebraassisted blended learning. *Mathematical Theory and Modelling*, 4(6), 57–66
- Setyani, N. (2016). Efektivitas pembelajaran matematika dengan model CPS berbantuan Geogebra ditinjau dari prestasi belajar dan kreativitas siswa kelas VIII SMP PGRI Tegalsari Kabupaten Purworejo. *Jurnal Pendidikan Matematikadan Sains*, 5(7).
- Suweken, G. (2018). On the implementation of e-learning with Mathlet GeoGebra in analytic geometry course to improve students' engagement and achievement. *Journal of Physics: Conference Series*, 1040, 012034. doi:10.1088/1742-6596/1040/1/012034
- Tienken, C. H., & Wilson, M. J. (2007). The impact of computer assisted instruction on seventh-grade students' mathematics achievement. *Planning and Changing*, 38, 181-190.
- Turk, H. S., & Akyuz, D. (2016). The effects of using dynamic geometry on eighth grade students' achievement and attitude towards triangles. *Int J Technol Math Educ*, 23(3), 95–102.
- Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C., & Eggen, T. J. (2015). Effects of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 475–511
- Wassie, Y. A., & Zergaw, G. A. (2019). Some of the potential affordances, challenges and limitations of using GeoGebra in mathematics education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(8). doi:10.29333/ejmste/108436
- Zaharin, F. Z., Abd Karim, N. S., Adenan, N. H., Md Junus, N. W., Tarmizi, R. A., Abd Hamid, N. Z., & Abd Latib, L. (2021). Gamification in mathematics: Students' perceptions in learning perimeter and area. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11, 72-80. doi:10.37134/jpsmm.vol11.sp.7.2021
- Zulnaidi, H., & Oktavika, E. (2018). The effect of geogebra on students' misconceptions of limit function topic. *Jurnal Kurikulum & Pengajaran Asia Pasifik*, 6(1), 1–6
- Zulnaidi, H., & Syed Zamri, S. N. (2017). The effectiveness of the GeoGebra software: The intermediary role of procedural knowledge on students' conceptual knowledge and their achievement in Mathematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6). doi:10.12973/eurasia.2017.01219a
- Zulnaidi, H., Oktavika, E., & Hidayat, R. (2019). Effect of use of geogebra on achievement of High School Mathematics Students. *Education and Information Technologies*, 25(1), 51–72. doi:10.1007/s10639-019-09899-y