

Pemanfaatan *GeoGebra* dalam Pembelajaran Kalkulus: *Systematic Literature Review*

Nurul Husnah Mustika Sari¹, Mochamad Hafiz Ayusman², Muhammad Agus³, Azzahra Lailatun Nahdi⁴

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
e-mail: nurul.husnah.ms@uingusdur.ac.id¹

Abstract

The development of technology is increasingly rapid. One of the technologies often used in calculus learning is GeoGebra which can be accessed through software or web pages. This study aims to describe the use of GeoGebra in Calculus learning. The method used is a systematic literature review. Information is extracted through relevant scientific articles that have been published and indexed by Scopus. The results of the review show that the use of GeoGebra in calculus learning has great potential in improving students' conceptual understanding, especially in the visualization of function graphs, limit concepts, derivatives, and integrals. The use of GeoGebra can improve conceptual understanding, problem solving skills, and mathematical communication skills. In addition, GeoGebra is also easy to use. This study concludes that GeoGebra is a very valuable tool in calculus learning.

Keywords: *GeoGebra, Calculus, Learning*

Abstrak

Perkembangan teknologi semakin pesat. Salah satu teknologi yang sering digunakan dalam pembelajaran kalkulus adalah GeoGebra yang dapat diakses melalui perangkat lunak maupun laman web. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pemanfaatan GeoGebra dalam pembelajaran Kalkulus. Metode yang digunakan adalah systematic literature review. Informasi digali melalui artikel-artikel ilmiah relevan yang telah dipublikasikan dan terindeks Scopus. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran kalkulus memiliki potensi yang besar dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa, terutama dalam visualisasi grafik fungsi, konsep limit, turunan, dan integral. Penggunaan GeoGebra dapat meningkatkan pemahaman konseptual, kemampuan pemecahan masalah, serta kemampuan komunikasi matematis. Selain itu, GeoGebra juga mudah digunakan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa GeoGebra merupakan alat yang sangat berharga dalam pembelajaran kalkulus.

Kata Kunci: *GeoGebra, Kalkulus, Pembelajaran*

PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu yang dipelajari sejak anak-anak hingga dewasa. Salah satu cabang matematika adalah kalkulus. Secara umum, kalkulus membahas limit, kekontinuan, turunan, serta integral (Baye et al., 2021). Kalkulus merupakan salah satu bidang matematika yang paling menantang. Hal ini dikarenakan materi kalkulus yang cukup kompleks (Milenković & Vučićević, 2024). Pada Perguruan Tinggi, kalkulus tidak hanya dipelajari di jurusan matematika, tetapi juga di jurusan teknik.

Konten kalkulus yang kompleks akan lebih mudah dipelajari dengan menggunakan teknologi. Terlebih, teknologi telah menjadi bagian tak terpisahkan dari proses belajar mengajar di era modern (Bedada & Machaba, 2022a). Perkembangan pesat teknologi yang terjadi saat ini telah banyak membantu bidang pendidikan. Salah satu pemanfaatan teknologi yang dapat digunakan dalam pembelajaran kalkulus adalah dengan menggunakan GeoGebra.

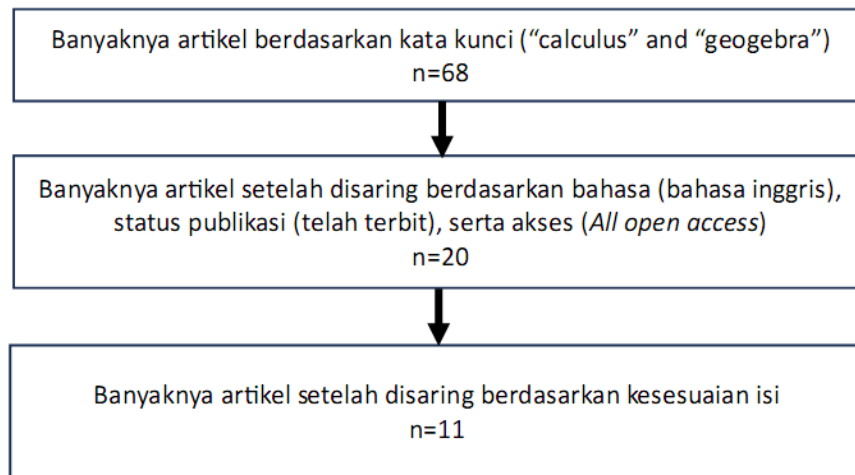
GeoGebra merupakan aplikasi interaktif yang menawarkan visual yang menarik untuk mempelajari matematika. GeoGebra beroperasi dengan *Java Framework* yang kompatibel dengan Windos, Linux, maupun Solaris (Mahajan, 2024). GeoGebra, sebuah perangkat lunak yang diluncurkan oleh Marcus Hohenwarter bersama rekan-rekannya dari Universitas Florida Atlantic, memfasilitasi visualisasi dinamis dari berbagai konsep matematika (Armiznah, 2023). GeoGebra dapat berupa aplikasi maupun web yang dapat diakses di PC ataupun *smartphone*. GeoGebra dapat digunakan dalam pembelajaran fungsi, trigonometri, kalkulus, maupun statistik.

Menurut Yavuz banyak konsep kunci kalkulus yang dapat diperkuat atau setidaknya lebih dipahami oleh siswa ketika disajikan dalam bentuk grafis (Gayoso Martínez et al., 2021). GeoGebra dapat menyajikan visualisasi dari berbagai macam grafik fungsi maupun bentuk dimensi tiga. Oleh karena itu, GeoGebra cocok digunakan dalam pembelajaran kalkulus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan GeoGebra dalam pembelajaran kalkulus.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *Systematic Literature Review (SLR)*. SLR merupakan suatu metode ilmiah yang sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis penelitian-penelitian yang relevan dengan topik kajian tertentu. Proses ini melibatkan langkah-langkah yang terorganisir untuk memahami perkembangan pengetahuan dan metode penelitian dalam bidang tersebut (Wada et al., 2024).

Metode PRISMA digunakan dalam penelitian ini untuk melakukan *Systematic Literature Review* dari penelitian-penelitian sebelumnya. Artikel yang dianalisis berasal dari database Scopus dengan rentang waktu terbit 2021-2024. Data diambil pada tanggal 11 September 2024. Berikut rangkaian metode PRISMA dalam penentuan artikel yang akan dianalisis.



Gambar 1. Metode PRISMA dalam Pemilihan Artikel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Deskripsi dan hasil penelitian dari artikel-artikel yang dianalisis terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Penelitian Artikel mengenai Pemanfaatan GeoGebra dalam Pembelajaran Kalkulus

No	Penulis (Tahun)	Judul artikel	Materi	Jenis Penelitian dan Sampel	Hasil Penelitian
1	Yerizon, dkk. (2022)	<i>Constructing Calculus Concepts through Worksheet Based Problem-Based Learning Assisted by GeoGebra Software</i>	Turunan dan garis singgung	Pengembangan, 32 siswa	Lembar kerja berbasis <i>Problem-Based Learning</i> berbantuan GeoGebra mampu membantu siswa dalam belajar secara efektif. GeoGebra mampu memvisualisasikan konsep kalkulus yang abstrak, yang memungkinkan siswa untuk memahami pemikiran matematika tingkat tinggi pada konsep utama kalkulus. Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika mampu membantu siswa membangun konsep matematika dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah

No	Penulis (Tahun)	Judul artikel	Materi	Jenis Penelitian dan Sampel	Hasil Penelitian
					mereka.
2	Bedada dan Machabab (2022a)	<i>Investigation of student's perception learning calculus with GeoGebra and cycle model</i>	Turunan	Kuasi eksperimen, 66 mahasiswa	Siswa menyatakan persepsi positif terhadap penggunaan GeoGebra untuk mempelajari kalkulus diferensial dan 74% siswa merasa puas dengan pembelajaran menggunakan GeoGebra yang ditawarkan dalam penelitian sementara 70% juga tertarik dengan kegiatan <i>scaffolding</i> dan kegiatan yang disertakan dalam model yang dikembangkan selama intervensi.
3	Bedada dan Machabab (2022b)	<i>The Effect of GeoGebra on Students' Abilities to Study Calculus</i>	Turunan	Kuasi eksperimen, 66 mahasiswa	Pembelajaran dengan GeoGebra memberikan pengaruh positif terhadap skor siswa dalam pemahaman konseptual dan prosedural kalkulus diferensial.
4	Nasrullah, dkk. (2023)	<i>Distance Learning: GeoGebra-Learning Videos to Improving Mathematical Communication Ability</i>	Materi integral, lipat 2 (luas daerah) dan integral lipat 3 (volume)	Kuasi eksperimen, 55 mahasiswa	Video pembelajaran GeoGebra merupakan alat bantu pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan komunikasi matematika siswa.
5	Milenko vić dan Vučićević	<i>Advancing students' achievements in</i>	Integral lipat 2 dan 3	Kuasi eksperimen, 98 mahasiswa	Aplikasi perangkat lunak GeoGebra untuk visualisasi fungsi multivariabel dalam lingkungan <i>computer-</i>

No	Penulis (Tahun)	Judul artikel	Materi	Jenis Penelitian dan Sampel	Hasil Penelitian
	ć (2024)	<i>multivariabl e calculus education through CSCL</i>			<i>supported collaborative learning (CSCL) daring</i> memberikan kontribusi terhadap peningkatan prestasi siswa dalam menyelesaikan integral berganda.
6	Van Borkulo, dkk. (2021)	<i>Computational Thinking in the Mathematics Classroom: Fostering Algorithmic Thinking and Generalization Skills Using Dynamic Mathematics Software</i>	Kalkulus	Studi kasus, 15 siswa	Siswa berhasil memecahkan masalah yang memerlukan keterampilan generalisasi dan penggunaan keterampilan berpikir algoritmik dalam GeoGebra. Namun, siswa terutama mengalami kesulitan dalam mengenal perangkat lunak dan mencari tahu aturan sintaksis tertentu.
7	Yerizon (2021)	<i>Development of a geogebra-assisted calculus worksheet to enhance students' understanding</i>	Turunan	Pengembangan, 37 siswa	Lembar kerja berbantuan GeoGebra yang telah dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematika dan pembelajaran berbantuan GeoGebra memberikan siswa kemampuan untuk menebak, memeriksa, memanipulasi, menggambar, dan menggeneralisasi. Melalui GeoGebra, siswa dapat memahami konsep dan prosedur matematika dengan lebih baik melalui

No	Penulis (Tahun)	Judul artikel	Materi	Jenis Penelitian dan Sampel	Hasil Penelitian
					visual dan grafik. Pembelajaran menggunakan GeoGebra dapat membuat proses pembelajaran lebih aktif dan meningkatkan interaksi antara guru dan siswa.
8	Baye, dkk. (2021)	<i>Implementing GeoGebra integrated with multi-teaching approaches guided by the APOS theory to enhance students' conceptual understanding of limit in Ethiopian Universities</i>	Limit	Kuasi eksperimen, 50 mahasiswa	Pemahaman konseptual siswa tentang limit ditingkatkan menggunakan GeoGebra yang terintegrasi dengan pendekatan multi-pengajaran dalam paradigma APOS. GeoGebra yang terintegrasi dengan pendekatan multi-pengajaran dalam menumbuhkan pandangan positif siswa dalam proses pembelajaran.
9	Hanifah (2021)	<i>Practicality test of student worksheet (SWS) based on: Action, Process, Object, Schema (APOS model) assisted on Geogebra the subject of Riemann sum</i>	Jumlah Riemann	Pengembangan, Dosen, guru, 33 siswa	Nilai rata-rata kepraktisan LKS oleh pengguna adalah 79,71 dan termasuk dalam kategori praktis. Pengguna yang melakukan tes memberikan nilai tinggi karena bekerja dengan Geogebra jauh lebih mudah daripada bekerja dengan Maple, yang sangat sensitif terhadap penulisan huruf kapital dan kecil.

No	Penulis (Tahun)	Judul artikel	Materi	Jenis Penelitian dan Sampel	Hasil Penelitian
10	Lepeller e (2021)	<i>Teach Multivariable Functions Through Applications and GeoGebra</i>	Turunan multivariabel	Studi kasus, 80 mahasiswa teknik lingkungan dan teknik sipil	Penggunaan GeoGebra sangat berguna untuk memahami konsep dan contoh yang ditunjukkan selama pelajaran, tetapi juga merupakan alat yang valid yang mendampingi siswa dalam menyelesaikan latihan secara individual.
11	Latifi,, dkk. (2021)	<i>The effect of dynamic mathematics software geogebra on student' achievement: The case of differential equations</i>	Persamaan diferensial	Kuasi eksperimen, 67 siswa	Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran persamaan diferensial secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Sementara itu, pemanfaatan GeoGebra terhadap pengetahuan prosedural, di mana siswa diharuskan mempelajari fakta atau algoritma, tidak signifikan.

Pembahasan

Berdasarkan artikel-artikel yang telah disebutkan sebelumnya, diketahui bahwa GeoGebra dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran kalkulus pada materi limit, jumlah Riemann, garis singgung, turunan, maupun integral. Pemanfaatan GeoGebra pada pembelajaran kalkulus difokuskan pada visualisasi konsep kalkulus yang biasanya terlihat abstrak (Yerizon et al., 2021, 2022).

Berdasarkan artikel 1, 3, 7, 8, 10, dan 11 diketahui bahwa penggunaan GeoGebra terhadap pemahaman konsep kalkulus, khususnya pada pemahaman pengetahuan konseptual. Melalui Geogebra, siswa dapat melihat pengaruh perubahan rumus aljabar pada representasi grafis. Hal ini memberi siswa kesempatan untuk membuat hubungan antara dua representasi aljabar dan grafis dari fungsi solusi persamaan diferensial (Tatar & Zengin, 2016). Sementara itu untuk pengetahuan prosedural, beberapa penelitian memberikan hasil bahwa GeoGebra

memberikan efek positif, sementara ada penelitian yang memberikan hasil bahwa GeoGebra tidak memberikan efek positif terhadap pengetahuan prosedural. Hal ini dimungkinkan terjadi karena pengetahuan prosedural berisi rumus, definisi, dan algoritma.

Berdasarkan artikel 1, diketahui bahwa GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi kalkulus. Hasil ini terjadi ketika GeoGebra digunakan sebagai alat bantu dalam pembelajaran dengan pendekatan *Problem-based Learning* (Yerizon et al., 2022).

Berdasarkan artikel 2, diketahui bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran kalkulus mendapatkan respon positif dari peserta didik (Bedada & Machaba, 2022a). Selain itu, penggunaan GeoGebra dapat membuat pembelajaran lebih aktif (Yerizon et al., 2021).

Berdasarkan artikel 6, diketahui bahwa GeoGebra dapat keterampilan berpikir algoritmik dan generalisasi (Van Borkulo et al., 2021). Hasil ini juga didukung oleh Yerizon dkk (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra dapat mengembangkan kemampuan generalisasi peserta didik. Selain itu, menurut Nasrullah, dkk. (2023) penggunaan GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan komunikasi peserta didik.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa GeoGebra dapat membantu memvisualisasikan konsep-konsep dalam kalkulus seperti konsep turunan, integral lipat, dan garis singgung. Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran kalkulus dapat meningkatkan pemahaman konseptual, pemecahan masalah matematika, serta kemampuan komunikasi matematis.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, dapat difokuskan pada pengaruh penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran kalkulus terhadap kemampuan matematis lain serta hambatan-hambatan apa saja yang muncul dalam pemanfaatan GeoGebra dalam pembelajaran kalkulus.

DAFTAR PUSTAKA

Armiznah, D. (2023). *Geogebra Matematika Geometri Menjadi Mudah* (S. Muhlis (ed.)). Penerbit Adab. <https://books.google.co.id/books?id=GV7XEAAAQBAJ>

- 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), e07012. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07012>
- Bedada, T. B., & Machaba, M. F. (2022a). Investigation of student's perception learning calculus with GeoGebra and cycle model. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(10). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12443>
- Bedada, T. B., & Machaba, M. F. (2022b). The Effect of GeoGebra on Students' Abilities to Study Calculus. *Education Research International*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4400024>
- Gayoso Martínez, V., Hernández Encinas, L., Martín Muñoz, A., & Queiruga Dios, A. (2021). Using free mathematical software in engineering classes. *Axioms*, 10(4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/axioms10040253>
- Hanifah, H. (2021). Practicality test of student worksheet (SWS) based on: Action, Process, Object, Schema (APOS model) assisted on Geogebra the subject of Riemann sum. *Journal of Physics: Conference Series*, 1731(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1731/1/012035>
- Latifi, M., Hattaf, K., & Achtaich, N. (2021). The effect of dynamic mathematics software geogebra on student' achievement: The case of differential equations. *Journal of Educational and Social Research*, 11(6), 211–221. <https://doi.org/10.36941/jesr-2021-0141>
- Lepellere, M. A. (2021). Teach Multivariable Functions Through Applications and GeoGebra. *International Conference on Higher Education Advances*, 1229–1238. <https://doi.org/10.4995/HEAd21.2021.13116>
- Mahajan, H. (2024). *Empowering Geometry Education by Integrating it with GeoGebra*. Harinder Mahajan. <https://books.google.co.id/books?id=f4oREQAAQBAJ>
- Milenković, A., & Vučićević, N. (2024). Advancing students' achievements in multivariable calculus education through CSCL. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(2). <https://doi.org/10.29333/iejme/14472>
- Nasrullah, A., Mubarika, M. P., & Umalihayati. (2023). Distance Learning: GeoGebra-Learning Videos to Improving Mathematical Communication Ability. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 18(24), 133–148. <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/45647>
- Tatar, E., & Zengin, Y. (2016). Conceptual Understanding of Definite Integral with

- GeoGebra. *Computers in the Schools*. <https://doi.org/10.1080/07380569.2016.1177480>
- Van Borkulo, S., Chytas, C., Drijvers, P., Barendsen, E., & Tolboom, J. (2021). Computational Thinking in the Mathematics Classroom: Fostering Algorithmic Thinking and Generalization Skills Using Dynamic Mathematics Software. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3481312.3481319>
- Wada, F. H., Pertiwi, A., Hasiolan, M. I. S., Sudipa, I. G. I., Patalatu, J. S., Boari, Y., Ferdinan, F., Puspitaningrum, J., & Ifadah, E. (2024). *Buku Ajar Metodologi Penelitian*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=iqHsEAAAQBAJ>
- Yerizon, Arnawa, I. M., Fitriani, N., & Tajudin, N. M. (2022). Constructing Calculus Concepts through Worksheet Based Problem-Based Learning Assisted by GeoGebra Software. *HighTech and Innovation Journal*, 3(3), 282–296. <https://doi.org/10.28991/HIJ-2022-03-03-04>
- Yerizon, Fatimah, S., & Tasman, F. (2021). Development of a geogebra-assisted calculus worksheet to enhance students' understanding. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(10), 456–463. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.10.1550>