

Studi Meta-Analisis: Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa

Devita Anjarwati^{1✉}, Dadang Juandi², Elah Nurlaelah³, Aan Hasanah⁴

^{1, 2, 3, 4} Pendidikan Matematika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setia Budhi No. 229, Bandung, Indonesia
devitaanjarwati94@upi.edu

Abstract

The ability to think critically is one of the most important abilities in learning mathematics. Until now, hundreds of studies on critical thinking skills have been presented using the Geogebra-assisted Discovery Learning Learning model. In the literature, there are many reports with varying findings. This meta-analysis study was conducted to examine the overall effect of using the Geogebra-assisted Discovery Learning model on mathematical critical thinking skills and to detect the level of variation between studies. Through ERIC, SAGE, and Google Scholar the authors found 103 articles that were examined for this study. According to the inclusion criteria, 13 articles were eligible to be analyzed using the Comprehensive Meta-Analysis software. The results of the study found that the overall effect size of the application of Geogebra-assisted Discovery Learning on students' mathematical critical thinking skills was 1,280 with a standard error of 0.216. This finding indicates that the application of Geogebra-assisted Discovery Learning in Indonesia is quite effective because it has a high positive effect on improving students' mathematical critical thinking skills. Analysis of the level of variation of the study was carried out by considering four moderating variables including education level, year of research, sample size, and source of publication. Statistically, it was found that the application of the Geogebra Assisted Discovery Learning Learning Model on critical thinking skills was significantly influenced by education level and publication sources.

Keywords: Mathematical Critical Thinking Ability, Discovery Learning Model, Meta-Analysis

Abstrak

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan yang sangat penting dalam pembelajaran matematika. Hingga saat ini ratusan kajian mengenai kemampuan berpikir kritis disajikan dengan penggunaan model Discovery Learning Learning berbantuan Geogebra. Dalam berbagai literatur terdapat banyak laporan dengan temuan yang bervariasi. Studi meta-analisis ini dilakukan untuk memeriksa efek keseluruhan penggunaan model Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis serta mendeteksi tingkat variasi antar studi. Melalui ERIC, SAGE dan Google Cendekia penulis menemukan 103 artikel yang diperiksa untuk tujuan penelitian ini. Sesuai kriteria inklusi, 13 artikel yang memenuhi kelayakan untuk dianalisis menggunakan software Comprehensive Meta-Analysis. Hasil penelitian ditemukan ukuran efek secara keseluruhan dari penerapan Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa adalah 1.280 dengan standar error sebesar 0.216. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan Discovery Learning berbantuan Geogebra di Indonesia sangat efektif karena memiliki efek positif yang tinggi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Analisis terhadap tingkat variasi studi dilakukan dengan mempertimbangkan empat variabel moderator diantaranya jenjang pendidikan, tahun penelitian, ukuran sampel, dan sumber publikasi. Secara statistik, diperoleh bahwa penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis secara signifikan dipengaruhi oleh jenjang pendidikan dan sumber publikasi.

Kata kunci: Kemampuan Berpikir Kritis Matematis, Model Discovery Learning, Meta-Analisis

Copyright (c) 2022 Devita Anjarwati, Dadang Juandi, Elah Nurlaelah, Aan Hasanah

✉Corresponding author: Devita Anjarwati

Email Address: devitaanjarwati94@upi.edu (Jl. Dr. Setia Budhi No. 229, Bandung, Indonesia)

Received 13 June 2022, Accepted 16 July 2022, Published 10 August 2022

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i3.1506>

PENDAHULUAN

Matematika dengan berbagai peranannya menjadikannya sebagai ilmu yang sangat penting. Salah satu peranan matematika adalah sebagai alat berpikir untuk mengantarkan siswa memahami

konsep matematika yang sedang dipelajarinya. Kemampuan berpikir kritis sangat dibutuhkan oleh siswa dalam menarik sebuah kesimpulan sehingga seorang siswa mampu menyelesaikan persoalan-persoalan matematika (Purwati dkk., 2016). Namun fakta berkata lain bahwa sering kali siswa salah langkah dalam mengambil berbagai keputusan dengan tidak memahami konsep yang sebenarnya dan tidak diiringi dengan berpikir kritis (Oktaria dkk., 2016). Sebagai contoh banyak siswa yang tidak mampu dalam menggambarkan sebuah grafik dari fungsi yang diberikan (Batubara, 2019b). Belum lagi materi-materi lain yang dapat memacu kemampuan berpikir kritis siswa. Masih banyak siswa yang masih ragu dan bimbang dalam menyelesaikan dan menentukan solusi-solusi dari permasalahan-permasalahan yang muncul (Juandi & Priatna, 2018). Kurangnya kemampuan berpikir kritis siswa terhadap materi tersebut menjadi sebuah masalah tersendiri bagi siswa, menurut salah satu tujuan pengajaran yang penting adalah membantu siswa memahami konsep utama dan dalam suatu subjek bukan hanya mengingat fakta-fakta yang terpisah-pisah (Togi & Sagala, 2017). Ketidaksesuaian antara fakta dengan yang diharapkan saat ini menjadi latar belakang penulis dalam menuliskan penelitian ini.

Penerapan pembelajaran *Discovery Learning* merupakan salah satu dari solusi permasalahan di atas. Pembelajaran *Discovery Learning* merupakan suatu pembelajaran dimana siswa diberikan suatu situasi atau masalah (Firdayati, 2020), yang selanjutnya melakukan pengumpulan data, membuat dugaan (konjektur), mencoba-coba (*trial and error*), mencari dan menemukan keteraturan (pola), menggeneralisasi atau menyusun rumus beserta bentuk umum, membuktikan benar tidaknya dugaannya itu (Shadiq, 2009). Karena itu pembelajaran dengan *Discovery Learning* memungkinkan siswa untuk mengembangkan sendiri cara berpikir aktif dengan menemukan sendiri, menyelidiki sendiri, sehingga hasilnya akan tahan lama diingatan (Mone & Abi, 2018) Bantuan ICT seperti software *Geogebra* juga dapat menarik minat siswa terhadap pembelajaran matematika (Farihah, 2015).

Pendapat ahli menjelaskan bahwa *Geogebra* dapat membantu siswa untuk memahami materi-materi pembelajaran seperti probabilitas, statistik, dan geometri karena *Geogebra* memiliki lembar kerja 2D dan 3D (Simamora & Siagian, 2020). Annajmi (2016) menjelaskan bahwa Software *Geogebra* merupakan software yang sederhana, mudah dipahami, oleh siswa dalam rangka membangun pengetahuannya sendiri. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan software *Geogebra* dapat membantu guru dan siswa dalam proses belajar dan pembelajaran di sekolah. Berdasarkan permasalahan diatas, serta beberapa solusi yang disebutkan sebelumnya peneliti mencoba untuk menggabungkan pembelajaran *Discovery Learning* dengan media teknologi komputer (*Geogebra*) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Hingga saat ini dalam literatur belum ditemukan studi *Meta-Analisis* khusus yang mempertanyakan pengaruh *Discovery Learning* berbantuan *Geogebra* terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Sementara ada kebutuhan bahwa guru memerlukan informasi yang akurat untuk memutuskan di bawah kondisi apa penggunaan Model *Discovery Learning* akan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa (Batubara, 2019a). *Meta-analisis* menghitung ukuran efek dan menggabungkannya dalam rumus obyektif. Ukuran efek (*effect size*) merupakan unit utama dalam studi *meta-analisis* yang

menggambarkan kekuatan pengaruh, korelasi, atau asosiasi antara dua variabel (Hunter & Schmidt, 2004). Mahmudah (2021) telah melakukan studi meta-analisis efek Discovery Learning dan melibatkan analisis statistik tetapi tidak memperlihatkan estimasi model efek acak atau model efek tetap yang seharusnya dipilih berdasarkan uji homogenitas. Akibatnya efek yang dilaporkan cenderung mengalami bias. Penelitian ini memperluas dan melengkapi penelitian sebelumnya yang berfokus pada menentukan efek keseluruhan Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa, serta meneliti alasan adanya variasi ukuran efek antar studi primer dengan menganalisis hubungan variabel moderator seperti tahun penelitian, jenjang pendidikan, jumlah sampel, dan sumber publikasi. Temuan penelitian ini akan memberikan informasi yang akurat kepada guru dalam mengimplementasikan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra di masa depan. Penjelasan tersebut menjustifikasi pentingnya melakukan studi meta-analisis tentang efek Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa di Indonesia selama enam tahun terakhir.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis dengan menganalisis beberapa artikel di jurnal nasional dan internasional. Studi primer yang dianalisis berkaitan dengan pengaruh penerapan Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Secara umum (Borenstein dkk., 2009) menjelaskan tahapan dalam meta-analisis yaitu; pertama, ditentukan kriteria inklusi untuk studi yang dianalisis. Kedua, prosedur untuk mengumpulkan data empiris dan pengkodean variabel studi akan dijelaskan. Ketiga, teknik statistik. Berikut rincian langkah-langkah dalam penelitian meta-analisis:

Kriteria Inklusi

Semua artikel studi dalam pencarian awal diperiksa dan dinilai untuk dimasukkan dalam meta-analisis menggunakan kriteria inklusi berikut:

1. Rentang tahun publikasi 2015 hingga 2021.
2. Artikel yang menyebabkan penulis Indonesia dan dipublikasikan di jurnal atau prosiding Internasional, Nasional, atau yang terindeks SINTA.
3. Artikel penelitian memiliki minimal satu kelas eksperimen dengan model Discovery Learning berbantuan Geogebra dan yang lainnya adalah kelas konvensional atau model lain sebagai kelas kontrol.
4. Artikel studi melaporkan data statistik seperti jumlah sampel, rata-rata dan standar deviasi.

Pengumpulan Data

Data empiris yang diperoleh dari database ERIC, SAGE, dan Google Cendekia diperiksa untuk mencapai penelitian yang relevan dalam lingkup penelitian dengan kata kunci, "discovery learning" dan "critical thinking ability". Prosedur ini menghasilkan 103 artikel yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2021 diperiksa untuk tujuan penelitian. Selanjutnya instrumen meta-analisis yaitu berupa lembar

pengkodean variabel telah dikembangkan untuk mengidentifikasi artikel yang telah dikumpulkan. Berdasarkan kriteria inklusi yang telah diberikan sebelumnya, maka terdapat sebanyak 13 artikel yang akan dianalisis dalam penelitian ini.

Analisis Statistik

Unit analisis dalam meta-analisis adalah ukuran efek (Cumming, 2012). Ukuran efek dalam penelitian ini adalah indeks yang menggambarkan besarnya pengaruh Model Discovery learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa (Juandi dkk., 2021). Prosedur statistik dalam penelitian ini didasarkan pada penjelasan (Borenstein dkk., 2009) yaitu (a) menghitung ukuran efek tiap studi primer; (b) melakukan uji heterogenitas dan pemilihan model estimasi; (c) memeriksa bias publikasi; dan (d) menghitung nilai-p untuk menguji hipotesis penelitian. Aplikasi yang membantu analisis data adalah program Comprehensive Meta-Analysis (CMA). Persamaan Cohen'd menjadi estimasi yang baik terhadap populasi, namun menjadi bias terhadap studi yang memuat sampel kecil (Sari dkk., 2021). Mempertimbangkan variasi ukuran sampel antar studi maka penelitian ini menggunakan persamaan Hedge's g untuk menentukan indeks ukuran efek (Cohen dkk., 1998). Interpretasi ukuran efek, menggunakan Cohen yaitu: ukuran efek kurang dari 0,2 (efek kecil), ukuran efek diantara 0,2 dan 0,5 (efek sedang), ukuran efek diantara 0,8, dan 1,3 (efek besar), dan ukuran efek di atas 1,3 (efek sangat besar).

Setelah ukuran efek dihitung, maka dilakukan uji homogenitas untuk menentukan model analisis yang digunakan dengan memeriksa statistic Q dan nilai p. Jika nilai p value $< 0,05$ maka distribusi ukuran efek studi primer yang digunakan bersifat heterogen. Sehingga model analisis yang digunakan adalah model efek acak. Sedangkan jika p value $> 0,05$, maka distribusi ukuran efek yang digunakan bersifat homogen sehingga model analisis yang digunakan adalah model efek tetap (Tamur dkk., 2020). Analisis terhadap tingkat variasi studi dengan memeriksa variable moderator dilakukan setelah ditentukan bahwa estimasi yang dipilih adalah model efek-acak (Naibaho & Hoesein, 2021). Pemeriksaan terhadap bias publikasi dilakukan untuk mencegah representasi yang salah terhadap temuan. Studi yang telah diterbitkan lebih mungkin untuk dimasukkan dalam meta-analisis daripada yang tidak dipublikasikan, dan ini menyebabkan kekhawatiran bahwa meta-analisis mungkin melebih-lebihkan ukuran efek sebenarnya (Borenstein dkk., 2009; Juandi dkk., 2021). Untuk menjustifikasi bahwa data ukuran efek dalam studi primer tahan terhadap bias publikasi maka dilakukan uji Fail-Safe N (FSN) Rosenthal (Gleser & Olkin, 1996). Penelitian ini dikatakan tahan terhadap bias jika penyebaran ukuran efek menunjukkan distribusi yang simetris di sekitar garis vertical (Bernard dkk., 2014). Jika ukuran efek tidak sepenuhnya tersebar simetris maka dilakukan uji fail-safe N Rosenthal untuk membantu menentukan apakah terdapat kemungkinan bias publikasi atau tidak (Gleser & Olkin, 1996). Jika tidak terdapat bias publikasi, maka penulis dapat langsung melanjutkan proses analisis. Dengan menggunakan model analisis yang telah ditentukan sebelumnya, penulis dapat melakukan uji hipotesis nol (Juandi dkk., 2021). Jika nilai p-value $< 0,05$, maka hipotesis nol diterima yaitu penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra memberikan pengaruh yang signifikan

terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa dibandingkan model pembelajaran konvensional. Langkah terakhir, apabila model analisis yang digunakan adalah model efek random yang artinya terdapat perbedaan pada karakteristik studi, maka penulis dapat melakukan analisis terhadap karakteristik studi tersebut dan kemudian menginterpretasikan hasil analisisnya (Borenstein dkk., 2009)

HASIL DAN DISKUSI

Tujuan utama dari penelitian meta-analisis ini adalah untuk mengetahui efek keseluruhan model Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Tahap pertama analisis adalah menghitung ukuran efek tiap studi primer. Berdasarkan perhitungan keseluruhan, ukuran efek dari masing-masing studi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Transformasi Ukuran efek, Standard Error, dan Interval Kepercayaan Setiap Studi

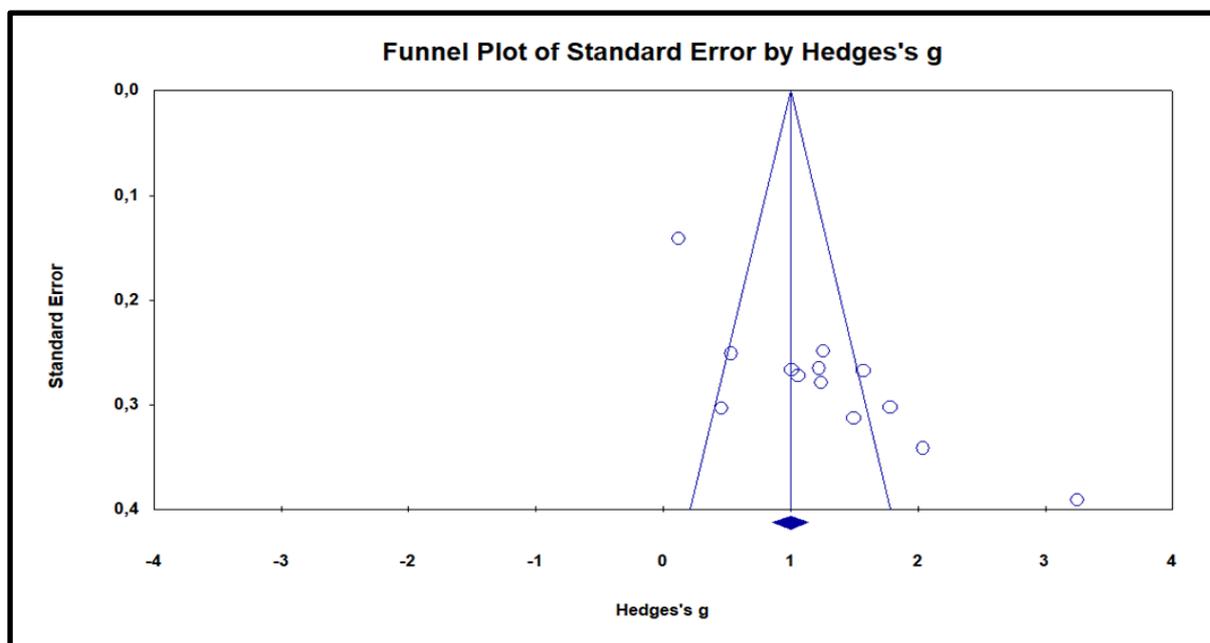
Kode Studi	Penulis	Ukuran efek	Interpretasi Ukuran Efek	Standard Error	Interval Kepercayaan	
					Batas Bawah	Batas Atas
Studi 1	Ismail, 2019	1,259	Efek Kuat	0,249	0,771	1,747
Studi 2	Safriati dkk, 2021	1,573	Efek Kuat	0,267	1,049	2,097
Studi 3	Wikan dkk, 2019	1,783	Efek Kuat	0,302	1,190	2,376
Studi 4	Murni, 2017	0,458	Efek Sederhana	0,304	-0,137	1,053
Studi 5	Ratna, 2017	0,124	Efek Lemah	0,141	-0,153	0,401
Studi 6	Trung dkk, 2017	1,240	Efek Lemah	0,279	0,693	1,786
Studi 7	Annajmi dkk, 2016	1,009	Efek Kuat	0,267	0,486	1,532
Studi 8	Siska dkk, 2020	0,532	Efek Sedang	0,251	0,039	1,025
Studi 9	Ramadhani dkk, 2016	2,040	Efek Kuat	0,342	1,370	2,710
Studi 10	Hasan, 2019	1,061	Efek Kuat	0,273	0,526	1,595
Studi 11	Hidayah, 2016	1,222	Efek Kuat	0,266	0,701	1,742
Studi 12	Togi dkk, 2017	1,497	Efek Kuat	0,391	0,884	2,111
Studi 13	Rustam dkk, 2020	3,254	Efek Kuat	0,391	2,487	4,021

Berdasarkan Tabel 1, rentang keseluruhan ukuran efek adalah 0.124 hingga 3,254, dengan tingkat kepercayaan 95%. Mengacu pada klasifikasi, dapat diperiksa bahwa lima ukuran efek memiliki efek positif yang besar, (n = 5); empat ukuran efek memiliki efek sangat besar (n = 4); dua ukuran efek memiliki efek sedang (n = 2); dan dua ukuran efek memiliki efek kecil (n = 2). Selanjutnya, akan disajikan hasil meta-analisis studi primer dengan menggunakan model efek tetap dan model efek acak seperti dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Transformasi Ukuran efek Tiap Studi

Model Estimasi	n	Z	p	Effect Size	Standard Error	95% CL		Q _b	P-value	I-squared
						Lower Limit	Upper Limit			
Efek Tetap	13	14,021	0,000	0,998	0,071	0,858	0,137	103,853	0,000	88,445
Efek Acak	13	5,937	0,000	1,280	0,216	0,552	1,703			

Tabel 2 menunjukkan perbandingan hasil meta-analisis menurut model efek. Seperti yang diilustrasikan pada Tabel 2, tampak bahwa menurut model efek tetap, batas bawah interval kepercayaan 95% adalah 0,858, dan batas atas adalah 0,137. Ukuran efek keseluruhan studi adalah 0,998. Ukuran efek ini diterima sebagai efek besar. Tahap kedua adalah melakukan uji heterogenitas dan pemilihan model estimasi. Berdasarkan Tabel 2 nilai nilai Q_b adalah 103,853 dan nilai p adalah 0,000. Dengan demikian, distribusi ukuran efek ditemukan heterogen pada $p < 0,05$ (ukuran efek aktual bervariasi dari satu studi ke studi lainnya). Karena $p\text{-value} < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan penerapan model pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra memberikan pengaruh yang lebih signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa dibandingkan dengan penerapan Model Pembelajaran Konvensional. Tingkat variasi ukuran efek antar studi tersebut tercermin dari nilai $I\text{-squared}$ yaitu 88,445 yang menunjukkan bahwa 88,4% varian dalam ukuran efek yang diamati mencerminkan persentase variabilitas yang disebabkan oleh heterogenitas yang sebenarnya (bukan disebabkan oleh kesalahan pengambilan sampel). Dengan demikian penelitian ini memiliki heterogenitas yang tinggi karena nilai $I\text{-squared} \geq 75\%$. Karena hasil uji homogenitas ditolak, maka model estimasi yang digunakan adalah model efek-acak. Tahap ketiga adalah memeriksa bias publikasi. Berikut disajikan funnel plot penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Funnel Plot

Berdasarkan Gambar 1 tampak bahwa penyebaran ukuran efek tidak sepenuhnya simetris disekitar garis vertikal. Karena itu nilai statistik Fail-Safe N (FSN) Rosenthal diperiksa. Berdasarkan perhitungan menggunakan CMA, nilai N dihitung sebesar 682. Hasil perhitungan dari $682 / (5 \times 16 + 10)$, adalah $5,246 > 1$. Artinya, studi yang termasuk dalam analisis ini tahan terhadap bias publikasi. Dengan demikian, tidak ada studi yang hilang atau perlu ditambahkan dalam analisis sebagai akibat dari bias publikasi.

Tahap terakhir adalah menghitung nilai-p untuk menguji hipotesis penelitian. Tabel 2 membandingkan hasil analisis sesuai model estimasi. Seperti yang telah disajikan pada Tabel 2, bahwa menurut model efek acak, interval kepercayaan 95% berkisar antara 0,552 hingga 1,703 yang menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata dapat jatuh di mana saja dalam kisaran ini, dan ukuran efek keseluruhan studi adalah 1,280 Ukuran efek ini diterima sebagai efek besar. Sebagai hasil dari penghitungan uji Z untuk menentukan signifikansi statistik, skor z ditemukan sebesar 5,937. Hasil ini dapat dikatakan signifikan secara statistik pada taraf $p < 0,001$. Dengan demikian, penerapan discovery Learning berbantuan Geogebra memiliki pengaruh yang positif yang besar terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa dari pada model pembelajaran konvensional.

Tahap terakhir, analisis tingkat karakteristik studi dengan memeriksa pengaruh variabel moderator pada 13 ukuran efek dari 13 penelitian primer yaitu tahun penelitian, tingkat pendidikan, ukuran sampel, dan sumber publikasi. Nilai hedges-g, interval kepercayaan 95%, Z, dan p dihitung menggunakan CMA. Berikut hasil meta-analisis untuk karakteristik studi disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Meta-Analisis Setiap Karakteristik Studi

Variabel Moderator	Kelompok	n	Ukuran efek gabungan (Hedge's g)	Test of null (2-Tail)		Heterogeneity		
				Z	p	Between Classes Effect (Q_b)	Df (Q)	P
Tahun Penelitian	2015-2016	4	0,420	2,159	0,002	5,432	3	0,123
	2017-2018	4	0,532	3,003	0,003			
	2019-2021	5	1,348	3,413	0,001			
Jenjang Pendidikan	Universitas	2	2,059	6,964	0,000	12,471	2	0,000
	SMA	4	0,554	2,474	0,002			
	SMP	7	0,423	4,993	0,000			
Ukuran Sampel	Kurang dari 30	7	0,730	3,001	0,003	0,337	1	0,299
	31 atau lebih	6	0,889	4,918	0,000			
Sumber Publikasi	Jurnal	5	0,872	6,295	0,000	4,571	1	0,006
	Prosiding	8	0,057	0,218	0,827			

Berdasarkan Tabel 3 untuk variabel moderator tahun penelitian menemukan bahwa penelitian yang dilakukan dari tahun 2015 hingga 2016 memiliki ukuran efek 0,420 (efek sedang) dalam kategori yang sama dengan ukuran efek pada penelitian antara tahun 2019 dan 2021 memiliki ukuran efek sebesar 1,438 (efek sangat besar). Tahun penelitian 2017 sampai 2018 mempunyai ukuran pengaruh sebesar 0,532 (pengaruh sedang). Nilai Q ditemukan sebesar 5,432 dan $p > 0,05$. Karena p-value $> 0,05$ maka distribusi ukuran efek untuk ketiga kategori pada karakteristik studi tersebut bersifat homogen. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada pengaruh penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa

berdasarkan tahun penelitian. Selanjutnya untuk karakteristik studi jenjang pendidikan, diperoleh informasi bahwa ukuran efek studi terendah adalah 0,423 pada studi yang dilakukan di Sekolah Menengah Pertama (SMP). Hal ini tidak jauh berbeda dari ukuran efek dalam studi yang dilakukan di Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebesar 0,554. Sedangkan ukuran efek studi tertinggi adalah ukuran efek studi pada jenjang Universitas, yaitu 2.059. Hasil uji heterogenitas menunjukkan bahwa ukuran efek rata-rata antar jenjang pendidikan berbeda ($Q = 12,471$ dan $p < 0,05$). Karena $p\text{-value} < 0,05$ maka distribusi ukuran efek untuk ketiga kategori pada karakteristik studi tersebut bersifat heterogen. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan pada pengaruh penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa berdasarkan jenjang pendidikan sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dipengaruhi oleh jenjang pendidikan.

Untuk karakteristik studi ukuran sampel ditemukan bahwa penelitian dengan rentang 1-30 siswa memiliki ukuran efek 0,730 (efek besar) dalam kategori yang sama dengan studi dengan rentang 31 siswa atau lebih 0,889 (efek besar). Hasil uji heterogenitas menunjukkan bahwa ukuran efek rata-rata kedua kelompok studi tidak berbeda ($Q = 0,377$ dan $p > 0,05$). Karena $p\text{-value} > 0,05$ maka distribusi ukuran efek untuk kedua kategori pada karakteristik studi tersebut bersifat homogen. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada pengaruh penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa berdasarkan ukuran sampel. Selanjutnya berdasarkan sumber publikasi diketahui bahwa besarnya pengaruh pada penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal sebesar 0,872 (pengaruh besar) dan besar pengaruh pada penelitian yang dipublikasikan dalam prosiding adalah 0,057 (pengaruh kecil). Hasil uji heterogenitas menunjukkan bahwa ukuran efek rata-rata dari kedua kelompok studi berbeda ($Q = 4,571$ dan $p < 0,05$). Karena $p\text{-value} < 0,05$ maka distribusi ukuran efek untuk kedua kategori pada karakteristik studi tersebut bersifat heterogen. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan pada pengaruh penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa berdasarkan sumber publikasi sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dipengaruhi oleh sumber publikasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ukuran efek keseluruhan dari studi yaitu 1,280 menunjukkan bahwa pembelajaran yang menerapkan Model Discovery Learning memiliki efek positif yang besar terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa jika dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Ukuran efek tersebut menunjukkan bahwa rata-rata siswa yang mendapatkan perlakuan Discovery learning berbantuan Geogebra melebihi kemampuan berpikir kritis matematis siswa sebesar 88% siswa di kelas konvensional yang awalnya setara.

Berdasarkan tahun penelitian menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan pada periode tahun terakhir memiliki effect size yang relatif lebih besar dibandingkan dengan tiga periode lainnya. Namun

tidak mengubah homogenitas ukuran efek rata-rata antar kelompok studi. Temuan ini didukung oleh meta-analisis sebelumnya Mahmudah (2021) yang menyelidiki variasi hasil studi primer berdasarkan tahun penelitian. Berdasarkan jenjang pendidikan terlihat bahwa ukuran efek semakin meningkat dari jenjang pendidikan terendah hingga tertinggi. Hal ini terlihat pada jenjang SMP, SMA, dan universitas masing-masing sebesar 0,423; 0,554; dan 2,059. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi jenjang pendidikan dimana model Discovery Learning berbantuan Geogebra diterapkan maka tingkat efektifitasnya semakin tinggi terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa untuk mencapai tingkat efektivitas yang lebih tinggi, Model Discovery Learning berbantuan Geogebra disarankan diberikan di perguruan tinggi. Berdasarkan ukuran sampel, hasil yang diperoleh cukup mengejutkan karena berbeda dengan asumsi sebelumnya bahwa model Discovery Learning yang diterapkan pada kelompok kecil akan lebih efektif daripada yang diterapkan pada kelompok besar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis melalui penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra tidak dipengaruhi oleh ukuran sampel dan model pembelajaran tersebut sama-sama cocok untuk diterapkan di ukuran sampel 30 atau kurang, maupun 31 atau lebih. Selanjutnya, karakteristik studi dalam hal sumber publikasi terlihat terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara jurnal dan prosiding pada pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematika. Temuan bahwa ukuran efek pada jurnal 0,872 lebih besar dari prosiding 0,057 menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan jurnal hanya mempublikasikan makalah atau hasil penelitian yang signifikan.

KESIMPULAN

Hasil meta-analisis menunjukkan bahwa dari 13 studi yang membahas tentang penerapan model pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra memberikan dampak positif yang besar terhadap kemampuan berpikir kritis matematika siswa dibandingkan dengan penerapan pendekatan konvensional. Berdasarkan analisis diperoleh informasi bahwa ukuran efek keseluruhan dari studi yaitu 1,280 menunjukkan bahwa pembelajaran yang menerapkan Model Discovery Learning memiliki efek positif yang besar terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa jika dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning berbantuan Geogebra memberikan pengaruh yang kuat dan lebih signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa dibandingkan dengan penerapan Model Pembelajaran Konvensional. Selain itu, ditinjau dari beberapa karakteristik studi, penerapan model Discovery Learning berbantuan Geogebra dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dipengaruhi oleh jenjang pendidikan dan sumber publikasi dimana terlihat bahwa Model Discovery Learning berbantuan Geogebra disarankan diberikan di perguruan tinggi serta berasal dari jurnal yang telah terakreditasi. Sedangkan untuk tahun penelitian dan ukuran sampel tidak mempengaruhi masing-masing studi. Walaupun temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Discovery Learning memiliki pengaruh yang besar terhadap kemampuan berpikir kritis matematis

siswa, temuan tersebut hanya berdasarkan penelitian pada 13 studi primer. Ada juga studi terkait lainnya yang tidak dapat dievaluasi karena pengetahuan metodologis yang diperlukan tidak memadai. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan penelitian kedepannya dengan melakukan pendataan lebih lanjut untuk mendapatkan variabel yang diperlukan.

REFERENSI

- Annajmi. (2016). Peningkatan Kemampuan Representasi Matematik Siswa SMP Melalui Metode Penemuan Terbimbing Berbantuan Software Geogebra Di SMP N 25 Pekanbaru. *Jurnal Ilmiah Edu Research*, 5(2), 67–74.
- Batubara, I. H. (2019a). Improving Student's Critical Thinking Ability Through Guided Discovery Learning Methods Assisted by Geogebra. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 1(2), 116–119. <https://doi.org/10.29103/ijevs.v1i2.1371>
- Batubara, I. H. (2019b). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Melalui Metode Penemuan Terbimbing Berbantuan Software Geogebra pada Mata Kuliah Kalkulus Peubah Banyak di Fkip UMSU. *Journal of Mathematics Education and Science*, 4(2), 152–159.
- Bernard, R. M., & Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamin, R. M., & Abrami, P. C. (2014). *A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education : from the general to the applied*. 87–122. <https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3>
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to Meta-Analysis*. USA: John Willey and Son Ltd. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14908-0_2
- Cohen, J. (1998). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Cumming, G. (2012). *Understanding The New Statistics: Effect Sizes, Confidence Intervals, and Meta-analysis*. Routledge Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2012.00187_26.x
- Farihah, U. (2015). Pengaruh Program Interaktif Geogebra Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Grafik Persamaan Garis Lurus. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 1(2), 11. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v1i2.190>
- Firdayati, L. (2020). Peningkatan Motivasi Belajar Siswa melalui Discovery Learning dengan Geogebra pada materi Transformasi. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 833–841. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2899>
- Gleser, L. J., & Olkin, I. (1996). Models for Estimating the Number of Unpublished Studies. *Statistics in Medicine*, 15(November 1995), 2493–2507.
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (2004). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings* (2nd ed). Sage Publications Inc. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Juandi, D., & Priatna, N. (2018). Discovery learning model with geogebra assisted for improvement mathematical visual thinking ability Discovery learning model with geogebra assisted for

- improvement mathematical visual thinking ability. *4th International Seminar of Mathematics, Science and Computer Science Education*, 1–8.
- Juandi, D. Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., Siagian, M. D., & Sulastri, R., & Negara, H. R. P. (2021). The Effectiveness of Dynamic Geometry Software Applications in Learning Mathematics: A Meta-Analysis Study. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(2), 18–37. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i02.18853>
- Mahmudah, U. (2021). Meta Analisis Pengaruh Model Discovery Learning dan Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Peserta didik Kelas V SD. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 2(1), 43–52.
- Mone, F., & Abi, A. M. (2018). Model Discovery Learning Berbantuan Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Paedagogia Jurnal Penelitian Pendidikan*, 20(2), 120. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v20i2.13228>
- Naibaho, M. R. U., & Hoesein, E. R. (2021). Meta Analisis Model Discovery Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa SD. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 6(1), 19. <https://doi.org/10.26737/jpdi.v6i1.2290>
- Oktaria, M., Alam, A. K., & Sulistiawati. (2016). Penggunaan Media Software GeoGebra untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Matematika Kreatif- Inovatif*, 7(1), 108–116. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15294/kreano.v7i1.5014>
- Purwati, R., Hobri., & Fatahillah, A. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Persamaan Kuadrat pada Model Pembelajaran Creative Problem Solving. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 7(1), 84–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.19184/kdma.v7i1.5471>
- Sari, Y. K., Juandi, D., Tamur, M., & Adem, A. M. G. (2021). Meta-Analysis: Mengevaluasi Efektivitas Problem- Based Learning pada Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa. *Journal of Honai Math*, 4(1), 1–18. <https://doi.org/http://doi.org/10.30862/jhm.v4i1.144>
- Shadiq, F. (2009). *Model-Model Pembelajaran Matematika SMP*. Yogyakarta: P4TK Matematika Depdiknas.
- Simamora, R. E., & Siagian, M. V. (2020). Penerapan Model Guided-Discovery Learning dengan Pendekatan Saintifik Berbantuan Geogebra untuk Membelajarkan Topik Geometri di Kelas XII Sekolah Menengah Atas. *ALGEBRA: Journal of Mathematics Education and Science*, 1(1), 16–21.
- Tamur, M. Juandi, D., Adem, A. M. G. (2020). Realistic Mathematics Education in Indonesia and Recommendations for Future Implementation: A Meta-Analysis Study. *JTAM: Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika*, 4(1), 17. <https://doi.org/10.31764/jtam.v4i1.1786>
- Togi & Sagala, P. T. (2017). Penerapan Model Discovery Learning Berbantuan Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Kelas Viii-3 SMP Negeri 1 Binjai. *Jurnal Inspiratif*, 3(3), 1–14. <https://doi.org/10.24114/jpmi.v3i3.8911>.