

Metaanalisis efektivitas pembelajaran berbantuan teknologi digital terhadap hasil belajar matematika

Wahyu Heri Setiawan*, Sugilar, Thesa Kandaga

Universitas Terbuka, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

*e-mail: maswawansemarang@gmail.com

Diserahkan: 12/03/2025; Diterima: 14/04/2025; Diterbitkan: 30/04/2025

Abstrak. Berbagai studi tentang pembelajaran berbantuan teknologi digital terhadap hasil belajar matematika peserta didik telah diterbitkan dalam publikasi ilmiah. Banyak dari studi ini memiliki hasil yang berbeda. Studi metaanalisis ini dilakukan untuk mengevaluasi dampak keseluruhan dari penerapan pembelajaran berbantuan teknologi digital terhadap hasil belajar peserta didik dan untuk mengidentifikasi tingkat perbedaan yang ada di antara studi. Untuk memastikan studi yang relevan digunakan database Google Cendekia mencakup penelitian ini. Dengan memasukkan kata kunci yang telah ditentukan ke dalam database ini, ditemukan 3.460 artikel yang diterbitkan antara tahun 2015 sampai dengan 2024 yang diperiksa untuk tujuan penelitian. Terdapat 20 artikel memenuhi kriteria inklusi dan layak untuk analisis. Alat bantu analisis digunakan program *Jeffreys's Amazing Statistics Program* (JASP), dan indeks ukuran efek persamaan Hedges-g yang diperoleh didasarkan pada estimasi model efek acak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efek penerapan pembelajaran berbantuan teknologi digital terhadap hasil belajar matematika peserta didik adalah 1,474. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan teknologi digital sangat efektif di Indonesia karena memiliki dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan hasil belajar matematika peserta didik. Tiga variabel moderator digunakan untuk menilai tingkat variasi penelitian. Hasil menunjukkan bahwa dalam hal tahun penelitian, jenjang sekolah, dan jenis teknologi digital yang digunakan ($p>0,05$) menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap ukuran efek penggunaan pembelajaran berbantuan teknologi digital terhadap hasil belajar matematika peserta didik.

Kata kunci: Hasil belajar matematika, metaanalisis, moderator, pembelajaran berbantuan teknologi digital

Abstract. Various studies on digital technology-assisted learning on learners' mathematics learning outcomes have been published in scientific publications. Many of these studies have different results. This meta-analysis study was conducted to evaluate the overall impact of implementing digital technology-assisted learning on learners' learning outcomes and to identify the extent of differences that exist between studies. To ascertain relevant studies, the Google Scholar database was used to cover this study. By entering predefined keywords into this database, 3,460 articles published between 2015 and 2024 were examined for the purpose of the study. Twenty articles met the inclusion criteria and were eligible for analysis. Jeffreys's Amazing Statistics Program (JASP) was used as the analysis tool, and the effect size index of the Hedges-g equation obtained was based on the random effects model estimation. The results showed that the effect of implementing digital technology-assisted learning on students' mathematics learning outcomes was 1.474. This result shows that digital technology-assisted learning is very effective in Indonesia because it has a significant positive impact in improving students' mathematics learning outcomes. Three moderator variables were used to assess the level of variation in the study. Results showed that in terms of year of study, school level, and type of digital technology used ($p>0.05$), there was no significant difference in the effect size of using digital technology-assisted learning on students' mathematics learning outcomes.

Keywords: Digital technology-assisted learning, mathematics learning outcomes, meta-analysis, moderators.

Pendahuluan

Laporan evaluasi nasional dan internasional terus menyoroti hasil belajar matematika peserta didik Indonesia. Hasil asesmen *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa peserta didik Indonesia memiliki skor matematika jauh di bawah rata-rata negara-negara yang tergabung dalam *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) (Pisa, 2022). Bahkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) tidak memenuhi persyaratan kompetensi numerasi Kurikulum Nasional untuk sebagian besar peserta didik di Indonesia. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika di Indonesia memerlukan perhatian yang serius dan inovasi yang berkelanjutan.

Pemanfaatan teknologi digital adalah salah satu metode potensial untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang semakin mendapat perhatian. Dinilai bahwa teknologi digital mampu meningkatkan interaktivitas dan pemahaman konsep matematika abstrak melalui visualisasi, simulasi, dan akses belajar yang fleksibel. Aplikasi teknologi digital telah menjadi lebih luas dan penting dalam proses pendidikan pasca pandemi, terutama dalam pembelajaran matematika. Pengalaman belajar yang lebih personal dan adaptif dimungkinkan oleh kemajuan teknologi seperti *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), dan *Artificial Intelligence* (AI). Dengan demikian, pengalaman belajar ini secara teoritis dapat menjawab tantangan yang dihadapi dalam pengajaran matematika konvensional (Mhlanga et al., 2022; Wang et al., 2024).

Implementasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika telah diwujudkan melalui berbagai jenis perangkat dan platform. Perangkat Lunak Edukasi (PLE) seperti *Photomath*, *Geogebra*, dan *Desmos* membantu peserta didik dalam memahami konsep secara visual dan interaktif. Platform Pembelajaran Daring (PPD) seperti *Moodle* dan *Google Classroom* memfasilitasi penyampaian materi, tugas, dan diskusi yang dapat diakses kapan saja. Multimedia Interaktif (MI) dalam bentuk simulasi, animasi, dan video pembelajaran meningkatkan partisipasi dan pemahaman peserta didik. Sementara itu, Alat Kolaborasi Digital (AKD) seperti *Microsoft Teams* dan *Google Docs* mendukung kerja kelompok dan pembelajaran berbasis proyek. Setiap jenis teknologi ini memiliki keunggulan masing-masing dalam mendorong hasil belajar yang lebih baik, namun penerapannya juga menghadapi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur, kesenjangan digital, dan rendahnya literasi teknologi di kalangan guru maupun peserta didik.

Meskipun banyak penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital dapat meningkatkan hasil belajar matematika, temuan-temuan tersebut masih beragam dan belum konsisten. Beberapa studi menunjukkan dampak positif yang signifikan terhadap pemahaman dan motivasi peserta didik (Romi, 2021; Maiyana et al., 2023), sementara studi lainnya menemukan bahwa faktor-faktor seperti kesenjangan akses dan kesiapan guru dalam menggunakan teknologi justru menghambat efektivitasnya (Díaz-Noguera et al., 2022; Paul & Barari, 2022). Ketidakteraturan dalam desain metodologi penelitian sebelumnya dan perbedaan konteks pendidikan membuat sulit untuk menarik kesimpulan umum yang solid mengenai efektivitas teknologi digital dalam pembelajaran matematika.

Dalam kondisi seperti ini, metode metaanalisis menjadi pendekatan yang tepat untuk memberikan sintesis menyeluruh dari berbagai temuan empiris yang telah dipublikasikan. Metaanalisis memungkinkan identifikasi pola, tren, dan kekuatan efek dari variabel yang diteliti, sekaligus mengontrol variabel moderator seperti jenis teknologi digital yang digunakan, jenjang sekolah, dan waktu pelaksanaan studi. Melalui teknik statistik kuantitatif yang ketat,

metaanalisis menyajikan ringkasan yang lebih objektif dan dapat diandalkan dibandingkan ulasan literatur naratif (Borenstein et al., 2021; Paul & Barari, 2022). Oleh karena itu, studi metaanalisis menjadi penting untuk memandu pengambilan keputusan berbasis bukti dalam dunia pendidikan.

Dengan menggunakan metode metaanalisis, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana hasil belajar matematika peserta didik di Indonesia dalam sepuluh tahun terakhir dipengaruhi oleh pembelajaran berbantuan teknologi digital. Penelitian ini tidak hanya menghitung besarnya pengaruh secara keseluruhan, tetapi juga menganalisis variabel moderator seperti jenjang sekolah, tahun penelitian, dan jenis teknologi digital yang digunakan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan manfaat teoritis untuk meningkatkan literatur tentang pembelajaran digital dan manfaat praktis bagi guru dan pengambil kebijakan dalam mengembangkan strategi pembelajaran matematika yang lebih efisien, inklusif, dan sesuai dengan kemajuan teknologi.

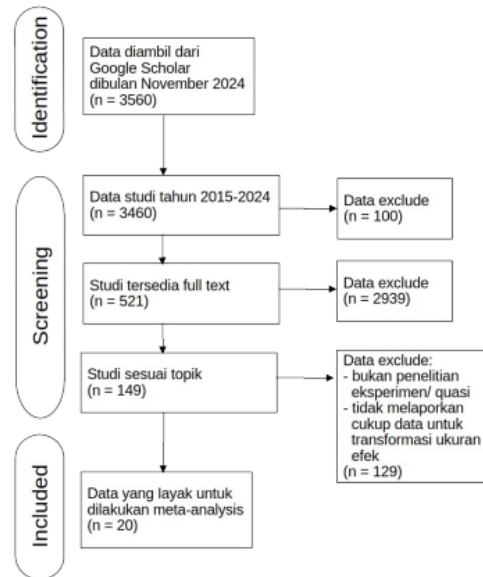
Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan metaanalisis untuk menilai efektivitas pembelajaran berbantuan teknologi digital terhadap hasil belajar matematika. Metaanalisis adalah teknik kuantitatif yang menggabungkan data dari berbagai penelitian untuk mengidentifikasi tren dan pola secara keseluruhan (Paul & Barari, 2022). Metode ini meningkatkan kekuatan statistik dengan menggabungkan data dari beberapa studi, memperbesar ukuran sampel, dan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang dampak teknologi digital terhadap hasil belajar (Cooper et al., 2019).

Ekstraksi data adalah proses penting dalam metaanalisis yang melibatkan pengumpulan informasi dari studi yang relevan untuk dianalisis lebih lanjut. Tahap penting dari ekstraksi data adalah penerapan kriteria inklusi, yang digunakan untuk menentukan studi mana yang akan dimasukkan dalam analisis dan mana yang harus dikeluarkan. Semua artikel penelitian dalam pencarian awal diperiksa dan dievaluasi sebelum dimasukkan ke dalam metaanalisis sesuai dengan kriteria inklusi berikut: 1) Artikel yang berkaitan dengan tema pembelajaran berbantuan teknologi digital dan hasil belajar matematika; 2) Penelitian yang dilakukan di Indonesia; 3) Artikel penelitian eksperimen/kuasi eksperimen yang penelitian antara 2015-2024; 4) Artikel yang mencantumkan: ukuran sampel, rata-rata pada pretes dan postes pada kelas eksperimen dan kontrol, dan standar deviasi; 5) Penelitian dilakukan pada jenjang sekolah SD, SMP, dan SMA/SMK.

Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan pangkalan data *Google Cendikia* pada bulan November 2024. Konsep utama dari pencarian literatur adalah kata kunci yang relevan: teknologi digital, pembelajaran berbantuan teknologi, hasil belajar matematika, digital technology, digital learning technology, math learning outcomes dengan menggunakan kerangka kerja *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Lehrer, et al, 2023).

Pada Gambar 1 menunjukkan proses pengumpulan data, termasuk pencarian, penyaringan, dan pemilihan artikel yang memenuhi syarat untuk dimasukkan. Akhirnya, sebanyak 20 penelitian memenuhi kriteria inklusi dalam metaanalisis ini.



Gambar 1. Diagram alur pengumpulan data PRISMA

Informasi tentang studi awal yang diterbitkan oleh berbagai jurnal tersebut dapat disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Artikel pembelajaran berbantuan teknologi digital dan hasil belajar matematika

No	Penulis (tahun)	Tahun Penelitian	URL
1	Ilham Maulana, Saluky, dan Muhammad Ali Misri (2017)	2016/2017	https://syekh Nurjati.ac.id/journal/index.php/itej/article/view/14
2	Ubaydillah Arifin & Umi Farihah (2019)	2018	http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/matematika/article/view/3507
3	Angelia Wahyuni Kasim, Syamsu Qamar Badu, & Sumarno Ismail (2024)	Tidak disebutkan	https://e-journal.unipma.ac.id/index.php/JEMS/article/view/17466
4	Suharti (2021)	Tidak disebutkan	https://j-cup.org/index.php/cendekia/article/view/564
5	Hikmat Arief et al (2021)	Tidak disebutkan	https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/petik/article/view/1000
6	Yova Anugrah, Wahyudin, & Akhmad Margana (2022)	Tidak disebutkan	https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/tekpen/article/view/1311
7	Dwiana Ni'matus Salihah (2022)	Tidak disebutkan	https://ejournal.unikama.ac.id/index.php/jrnspirasi/article/download/6705/3425/19681
8	Fauziah Mas'ula Soffa (2022)	2021/2022	https://aulad.org/index.php/aulad/article/view/277



- 9 Ahmad Suhaifi, Rofi'i, & Hari Karyono (2022) 2021 <https://journal.uny.ac.id/index.php/jit/article/view/45080>
- 10 Artati Iriana, Rismayani Armin, & Haidir Ali (2023) 2022 <https://ejournal.lppmunidayan.ac.id/index.php/matematika/article/view/1147>
- 11 Nurul Hikma, La Ili, & Amiruddin B (2023) Tidak disebutkan <https://jipsd.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/15>
- 12 Sri Wulandari, Rahayu Condro Murti, dan Banu Setyo Adi (2023) 2022 <https://ojs.fkip.ummetro.ac.id/index.php/matematika/article/view/6282>
- 13 Yunni Arnidha, Norma Yunaini, & Agata Alvi Dwi Tantri (2023) 2023 <https://ejournal.ummuba.ac.id/index.php/mp/article/view/1214>
- 14 Syifaurohmah Kusuma Edy & Hepsi Nindiasari (2023) Tidak disebutkan <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/matematika/article/view/19313>
- 15 Kamelia Nahar Fairuzia, Anna Royyana Nikmah, & Kriswandani (2024) 2024 <https://lebesgue.lppmbinabangsa.id/index.php/home/article/view/730>
- 16 Maria Imnocensia Rosdewi Taeteti & Agus Santoso (2024) Tidak disebutkan <https://jurnalsyntaxadmiration.com/index.php/jurnal/article/view/1187>
- 17 Windi Astuti, Jenny Indrastoeti Siti Poerwanti, & Chumdari (2024) 2024 <https://jurnal.uns.ac.id/JDDI/article/view/85894>
- 18 Ira Ika Damayanti, Anna Royyana Nikmah, & Kriswandani (2024) 2024 <https://journal.unsika.ac.id/judika/article/view/12060>
- 19 Suryo Hartanto, Yelsi Novianti, & Yesi Gusmania (2024) 2023 <https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/journalcahayapenRetnawati> et. al. (2018) <https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/journalcahayapenRetnawati/article/view/5971>
- 20 Riska Nanda Putri et al. (2024) Tidak disebutkan <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/11655>

Kemudian informasi terkait dengan penelitian terlihat dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Informasi tentang penelitian

No	Variabel Moderator	Kode	Frekuensi
1	Tahun penelitian (THN)	T01 (2015-2019)	2
		T02 (2020-2023)	5
		T03 (2024)	3

		SD	9
2	Jenjang Sekolah (JS)	SMP	5
		SMA	6
		Perangkat Lunak Edukasi (PLE)	5
3	Jenis Teknologi Digital (JTD)	Platform Pembelajaran Daring (PPD)	5
		Multimedia Interaktif (MI)	10
		Alat Kolaborasi Digital (AKD)	0

Metaanalisis menggunakan ukuran efek sebagai unit analisis (Paul & Barari, 2022). Aplikasi yang membantu analisis data adalah program *Jeffreys's Amazing Statistics Program* (JASP). Perhitungan Hedges' g , yang sering digunakan dalam metaanalisis pendidikan untuk mengoreksi bias sampel kecil, digunakan untuk menghitung ukuran efek (Cheung, 2021). Menurut Borenstein et al. (2021) menentukan ukuran efek/ *Effect Size* (ES) berdasarkan Hedges' g adalah $g = J \times d$, dengan d adalah perbandingan antara rata-rata sampel kelompok dengan standar deviasi gabungan. Sedangkan Hedges memberikan rumus yang tepat untuk J .

$$J = 1 - \frac{3}{4df - 1}$$

Interpretasi ukuran efek (*effect size*), menggunakan klasifikasi Cohen's d (d), Hedges' g , (g), Glass' Delta (Δ) (Martín & Martínez, 2023).

Tabel 3. Kategori Effect Size

Effect Size (ES)	Kategori
< 0.20	efek sangat kecil
0.20 - 0.49	efek kecil
0.50 - 0.79	efek moderat/ sedang
> 0.80	efek besar

Sedangkan *Standard Error* (SE) untuk Hedges' g dihitung sebagai berikut:

$$SE_g = \sqrt{V_g}$$

Varians d diperoleh dari

$$V_d = \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} + \frac{d^2}{2(n_1 + n_2)}$$

Menurut Borenstein et al. (2021), batas bawah dan batas atas dari *confidence interval* (CI) disebut *Lower Limit* (LL) dan *Upper Limit* (UL). Nilai LL menunjukkan nilai terendah yang mungkin masih termasuk dalam rentang estimasi, sedangkan UL menunjukkan nilai tertinggi. Interval ini penting karena mencerminkan presisi estimasi, membantu dalam menilai signifikansi dan berfungsi sebagai dasar untuk interpretasi dan generalisasi hasil penelitian.

Penting untuk menilai heterogenitas, tidak hanya untuk memahami seberapa beragam hasil yang ada, tetapi juga untuk memutuskan apakah metaanalisis yang dilakukan tepat (Higgins et al., 2021). Prasyarat untuk memilih antara model statistik efek tetap (*fixed effects*) dan efek acak (*random effects*) dalam metaanalisis mencakup beberapa pertimbangan yang penting, jika heterogenitas antara studi tinggi, penggunaan model efek acak lebih tepat untuk mendapatkan estimasi yang lebih akurat (Borenstein et al., 2021). Untuk menguji heterogenitas,

nilai p diperiksa. Hipotesis nol menunjukkan bahwa ukuran efek (ES) dari setiap studi homogen ditolak jika nilai $p < 0.05$. Oleh karena itu, estimasi yang dipilih adalah model efek-acak.

Bias publikasi dalam metaanalisis terjadi ketika hanya penelitian dengan hasil positif yang diterbitkan, sementara hasil negatif atau nol sering diabaikan. Hal ini menyebabkan distorsi dalam kesimpulan, mengurangi akurasi dan validitas hasil analisis karena ketidaklengkapan informasi yang digunakan (Higgins & Green, 2021; Wang et al., 2024). Jika penyebaran ukuran efek menunjukkan distribusi yang simetris di sekitar garis vertikal, penelitian ini dianggap tahan terhadap bias publikasi. Untuk mengantisipasi hal ini, plot corong diperiksa untuk menghitung kemungkinan jumlah bias, dan dampak bias dinilai dengan statistik FSN Rosenthal (Wang et al., 2024; Purnamasari et al., 2023). Jika ukuran efek tidak tersebar secara simetris sepenuhnya, statistik *fail-safe* N (FSN) Rosenthal digunakan. Penelitian ini tahan terhadap bias publikasi jika nilai $FSN / (5k + 10) > 1$ dengan k adalah jumlah studi yang dimasukkan dalam metaanalisis (Paloloang et al., 2020).

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis Bias Publikasi dan Heterogenitas

Tahap pertama analisis adalah menghitung *Effect Size* (ES) dan *Standard Error* (SE) dari setiap studi primer. Ukuran efek dari masing-masing studi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ukuran efek tiap studi.

No	KODE	ES (g)	SE	LL	UL	Kategori Effect Size (ES)
1	A.01	1.5802	0.3006	0.99	2.17	Efek besar
2	A.02	2.7572	0.3731	2.03	3.49	Efek besar
3	A.03	2.2655	0.4047	1.47	3.06	Efek besar
4	A.04	0.6356	0.3086	0.03	1.24	Efek sedang
5	A.05	4.4312	0.4155	3.62	5.25	Efek besar
6	A.06	1.4352	0.2893	0.87	2.00	Efek besar
7	A.07	0.3385	0.3103	-0.27	0.95	Efek kecil
8	A.08	0.6525	0.5806	-0.49	1.79	Efek sedang
9	A.09	3.5401	0.3027	2.95	4.13	Efek besar
10	A.10	0.6580	0.2845	0.10	1.22	Efek sedang
11	A.11	2.8401	0.3658	2.12	3.56	Efek besar
12	A.12	2.0958	0.3324	1.44	2.75	Efek besar
13	A.13	1.0344	0.3877	0.27	1.79	Efek besar
14	A.14	1.8792	0.2911	1.31	2.75	Efek besar
15	A.15	0.5509	0.2823	-0.00	1.10	Efek sedang
16	A.16	0.7336	0.2543	0.24	1.23	Efek sedang

17	A.17	0.4309	0.1895	0.06	0.80	Efek kecil
18	A.18	0.9508	0.2923	0.38	1.52	Efek besar
19	A.19	0.5696	0.2437	0.09	1.05	Efek sedang
20	A.20	0.3432	0.3103	-0.26	0.95	Efek kecil

Berdasarkan Tabel 4, bahwa rentang keseluruhan ukuran efek adalah 0,385 hingga 4,4312, dengan tingkat kepercayaan 95%. Terdapat 11 ukuran efek (55%) menunjukkan efek yang besar, 6 ukuran efek (30%) yang menunjukkan efek sedang, tiga ukuran efek (15%) yang menunjukkan efek yang kecil. Tabel 5 menunjukkan nilai ukuran efek keseluruhan studi adalah 1,474. Efek ini dianggap sebagai efek besar.

Tabel 5. Hasil Model Estimasi Acak

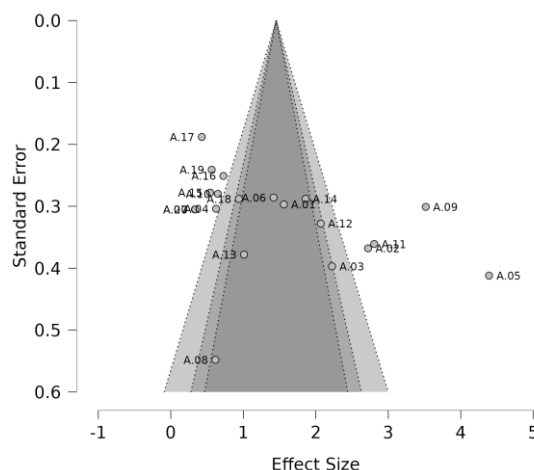
Estimate	Standard Error	z	p
1.474	0.259	5.691	< .001

Uji heterogenitas dan pemilihan model estimasi adalah langkah kedua. Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai z adalah 5,691 dan nilai $p < 0,001$. Oleh karena itu, ditemukan bahwa distribusi ukuran efek heterogen pada $p < 0,05$. Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai I^2 93,02 tingkat variasi ukuran efek di antara studi tersebut yang menunjukkan bahwa 93% dari variasi ukuran efek yang diamati merupakan variabilitas yang disebabkan oleh heterogenitas yang sebenarnya, bukan kesalahan pengambilan sampel. Karena nilai I^2 lebih dari 75%, penelitian ini memiliki heterogenitas tinggi (Wang et al., 2024).

Tabel 6. Estimasi heterogenitas

Estimate	95% CI	
	Lower	Upper
Effect Size	1.474	0.966 1.981
I^2	93.020	87.860 96.809

Tahap ketiga adalah memeriksa bias publikasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Penyebaran ukuran efek tidak sepenuhnya simetris di sekitar garis vertikal dan nilai ukuran efek tidak semuanya masuk dalam funnel plot seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Funnel plot

Namun, sulit untuk mengetahui apakah hasil *funnel plot* benar-benar asimetris, sehingga metode alternatif seperti *Fail-Safe N* (FSN) harus digunakan. *Funnel plot* dan nilai statistik FSN

Rosenthal digunakan untuk menemukan bias publikasi dalam penelitian ini. Nilai statistik FSN Rosenthal ditemukan sebesar 2.919 berdasarkan perhitungan JASP pada Tabel 7. Hasil perhitungan dari $2.919/(5 \times 20 + 10)$ adalah $26,536 > 1$. Maka studi yang dimasukkan dalam analisis ini bebas dari bias publikasi, jadi tidak ada studi yang hilang atau perlu ditambahkan karena bias publikasi.

Tabel 7. Nilai Fail-Safe N (FSN) Rosenthal

	Fail-safe N	Target Significance	Observed Significance
Rosenthal	2919.000	0.050	< .001

Apa Dampak Keseluruhan Dari Pembelajaran Berbantuan Teknologi Digital Terhadap Hasil Belajar Matematika Peserta Didik?

Hasil analisis dibandingkan dengan model estimasi dalam Tabel 4 menunjukkan hasil model efek acak, yang menunjukkan interval kepercayaan 95% berkisar antara 0,385 dan 4,4312, menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata dapat berada di mana saja di kisaran ini. Selain itu, ukuran efek keseluruhan studi adalah 1,474. Secara umum, ukuran efek ini dianggap memiliki efek yang sangat besar. Skor z sebesar 5,691 ditemukan sebagai hasil dari penghitungan uji z untuk menentukan signifikansi statistik. Kesimpulan ini dapat dianggap signifikan secara statistik pada taraf $p < 0.001$. Oleh karena itu, dibandingkan dengan pendekatan konvensional, pembelajaran berbantuan teknologi digital memiliki dampak positif yang signifikan terhadap hasil belajar matematika peserta didik.

Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi digital dapat membantu meningkatkan hasil belajar jika diterapkan dengan benar, didukung oleh infrastruktur yang memadai, dan guru yang diberi pelatihan yang tepat. Pembelajaran dengan berbantuan teknologi digital dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi dampak pandemi dan transisi ke era digital (Azkia et al., 2023). Pembelajaran berbantuan teknologi digital dapat membantu peserta didik memahami matematika lebih mudah. Selain itu teknologi sangat penting dalam pembelajaran matematika karena teknologi mengubah apa yang diajarkan dan meningkatkan hasil pembelajaran peserta didik (Haji, 2019).

Variabel Moderator dan Analisis Efek

Tahun Penelitian

Tabel 8 menjelaskan informasi tentang tahun penelitian dan ukuran efek (ES) dari sebelas studi penelitian.

Tabel 8. Informasi tentang Tahun Penelitian

No	Kode	Tahun Penelitian	Nilai ES
1	A.01	T01	1.5802
2	A.02	T01	2.7572
3	A.08	T02	0.6525
4	A.09	T02	3.5401

5	A.10	T02	0.658
6	A.12	T02	2.0958
7	A.13	T02	1.0344
8	A.19	T02	0.5509
9	A.15	T03	0.4309
10	A.17	T03	0.9508
11	A.18	T03	0.5696

Hasil dari statistika nonparametrik menggunakan *Kruskal-Wallis Test* dengan aplikasi JASP terlihat pada Tabel 8 yang menunjukkan nilai $p=0,162>0,05$. Ini berarti tidak ada perbedaan ukuran efek rata-rata antar kelompok data pada tahun penelitian. Berdasarkan data yang ada maka dapat diyakinkan 95% bahwa nilai ukuran efek (ES) tidak berbeda secara signifikan berdasarkan tahun penelitian. Hal ini berarti menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan ukuran efek pembelajaran berbantuan teknologi digital terhadap hasil belajar matematika peserta didik antar kelompok tahun penelitian.

Tabel 8. Variabel moderator tahun penelitian

Factor	Statistic	df	P
Tahun Penelitian	3.136	2	0.162

Jenjang Sekolah

Tabel 9 menjelaskan informasi tentang klasifikasi jenjang sekolah dan ukuran efek (ES) dari dua puluh studi yang sesuai.

Tabel 9. Informasi tentang jenjang sekolah

Variabel moderator	Sekolah	Kode	ES
Jenjang Sekolah (JS)	SD	A.06	1.4352
		A.07	0.3385
		A.08	0.6525
		A.11	2.8401
		A.12	2.0958
		A.13	1.0344
		A.16	0.7336
		A.17	0.4309
		A.20	0.3432
	SMP	A.01	1.5802
		A.02	2.7572
		A.03	2.2655
		A.10	0.6580
		A.19	0.5696

SMA/SMK	A.04	0.6356
	A.05	4.4312
	A.09	3.5401
	A.14	1.8792
	A.15	0.5509
	A.18	0.9508

Tabel 10. Variabel moderator jenjang sekolah

Factor	Statistic	df	p
Jenjang Sekolah	1.582	2	0.453

Jenis Teknologi Digital

Pada Tabel 11 di bawah ini menjelaskan tentang informasi klasifikasi jenis teknologi digital yang digunakan dalam pembelajaran matematika dan ukuran efek dari dua puluh studi yang sesuai.

Tabel 11. Informasi tentang jenis teknologi digital

Variabel moderator	Teknologi Digital	Kode	ES
Jenis Teknologi Digital (JTD)	PLE	A.01	1.5802
		A.02	2.7572
		A.05	4.4312
		A.09	3.5401
		A.14	1.8792
		A.15	0.5509
	PPD	A.04	0.6356
		A.10	0.6580
		A.16	0.7336
		A.18	0.9508
	MI	A.03	2.2655
		A.06	1.4352
		A.07	0.3385
		A.08	0.6525
		A.11	2.8401
		A.12	2.0958
		A.13	1.0344

A.17	0.4309
A.19	0.5696
A.20	0.3432

Hasil dari statistika nonparametrik tentang jenis teknologi digital menggunakan *Kruskal-Wallis Test* dengan aplikasi JASP terlihat pada Tabel 12 yang menunjukkan nilai $p=0,138>0,05$. Sehingga dapat tidak ada perbedaan ukuran efek rata-rata antar kelompok data pada kelompok jenis teknologi digital yang digunakan dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan data yang ada maka dapat diyakinkan 95% bahwa nilai ukuran efek (ES) tidak terdapat perbedaan secara signifikan berdasarkan jenis teknologi digital. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan ukuran efek pembelajaran berbantuan teknologi digital terhadap hasil belajar matematika peserta didik berdasarkan jenis teknologi digital yang digunakan.

Tabel 12. Variabel moderator jenis teknologi digital

<i>Factor</i>	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Jenis Teknologi Digital	3.964	2	0.138

Kesimpulan dan Saran

Hasil analisis menunjukkan bahwa, penggunaan pembelajaran berbantuan teknologi digital dapat meningkatkan hasil belajar matematika peserta didik secara signifikan. Berdasarkan analisis moderator terungkap bahwa perbedaan tahun penelitian, jenjang sekolah, dan jenis teknologi digital tidak mengubah ukuran efek studi. Walaupun temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan.

Daftar Pustaka

- Azkia, N. F., Muin, A., & Dimyati, A. (2023). Pengaruh media pembelajaran digital terhadap hasil belajar matematika: metaanalisis. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 6(5), 1873–1886. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i5.18629>
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2021). *Introduction to Meta-Analysis*. Wiley.
- Cheung, M. W. L. (2021). A guide to conducting a meta-analysis with non-independent effect sizes. *Neuropsychology Review*, 31(3), 61–70. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09411-3>
- Cooper, H. M., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (Eds.). (2019). *The handbook of research synthesis and meta-analysis, Third Edition*. Russell Sage Foundation.
- Díaz-Noguera, M. D., Hervás-Gómez, C., De la Calle-Cabrera, A. M., & López-Meneses, E. (2022). Autonomy, Motivation, and Digital Pedagogy Are Key Factors in the Perceptions of Spanish Higher-Education Students toward Online Learning during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph19020654>
- Haji, S. (2019). NCTM's Principles and Standards for Developing Conceptual Understanding in Mathematics. *Journal of Research in Mathematics Trends and Technology*, 1(2), 56–65. <https://doi.org/10.32734/jormtt.v1i2.2836>
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2021). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Cochrane.



- Lehrer, Eric J., Wang, Ming., Sun, Yilun., & Zaorsky, Nicholas G. (2023). *An Introduction to Meta-Analysis. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 115(3), 564-571
- Maiyana, E., Tarbiyah, F., Islam, U., & Sjech, N. (2023). *Metaanalisis : Pengaruh Pemanfaatan Teknologi Komputer dalam Meningkatkan Hasil Belajar*. 7, 30555–30565.
- Martín, E. L & Martínez, A. D. (2023). The effect size in scientific publication. *Educacion XX1*, 16(1), 9-17
- Mhlanga, D., Denhere, V., & Moloi, T. (2022). COVID-19 and the Key Digital Transformation Lessons for Higher Education Institutions in South Africa. *Education Sciences*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/educsci12070464>
- Paloloang, M. F. B., Juandi, D., Tamur, M., Paloloang, B., & Adem, A. M. G. (2020). Metaanalisis : Pengaruh Problem-Based Learning Terhadap Kemampuan Literasi Matematis Siswa Di Indonesia Tujuh Tahun Terakhir Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng , Indonesia Universitas. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 851–864. <https://ojs.fkip.ummetro.ac.id/index.php/matematika/article/view/3049>
- Paul, J., & Barari, M. (2022). Meta-analysis and traditional systematic literature reviews—What, why, when, where, and how? *Psychology and Marketing*, 39(6), 1099–1115. <https://doi.org/10.1002/mar.21657>
- PISA. (2023). PISA 2022 Results Factsheets Indonesia. *Oecd*, 1, 1–9. <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C108>.
- Purnamasari, S., Turmudi, T., & Juandi, D. (2023). Studi Meta-Analisis: Pengaruh Realistic Mathematics Education Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 16(2), 202. <https://doi.org/10.30870/jppm.v16i2.21442>
- Romi. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan Teknologi dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(2), 3019–3026.
- Wang, C., Chen, X., Yu, T., Liu, Y., & Jing, Y. (2024). Education reform and change driven by digital technology: a bibliometric study from a global perspective. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02717-y>