

Tinjauan Literatur Sistematis: Implementasi ICT pada Kemampuan Guru Matematika dalam Menyajikan Materi

Maya Nurlita^{1*}, Bambang Avip Priatna²

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia^{1*,2}

mayanurlita@upi.edu^{1*}, bambangavip@upi.edu²

ABSTRAK

Teknologi informasi dan komunikasi atau *information and technology communication* (ICT) telah memainkan peran krusial dalam transformasi pendidikan, termasuk dalam pembelajaran matematika. Namun, integrasi ICT oleh guru matematika sering kali menghadapi tantangan, terutama dalam hal peningkatan kompetensi teknologis mereka. Penelitian ini merupakan studi tinjauan literatur sistematis yang menggunakan teknik analisis konten terhadap artikel-artikel terindeks Scopus yang diterbitkan antara tahun 2013 hingga 2023. Fokus utama penelitian adalah menganalisis pengaruh implementasi ICT terhadap kemampuan guru matematika dalam menyajikan materi di dalam kelas, dengan mengkaji tiga pertanyaan penelitian utama. Proses seleksi artikel mengikuti protokol PRISMA, dimulai dari 70 artikel yang disaring melalui kriteria inklusi dan eksklusi, serta eliminasi duplikasi, hingga diperoleh 23 publikasi yang layak dianalisis. Setelah penelaahan mendalam, 18 artikel utama dipilih sebagai sumber informasi inti dalam studi ini. Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi ICT berdampak positif pada peningkatan variasi penyajian materi, interaksi pembelajaran, serta keterlibatan siswa. Namun, guru menghadapi hambatan seperti keterbatasan pelatihan, akses terhadap perangkat, dan kurangnya dukungan institusional. Temuan ini juga dapat menjadi acuan bagi sekolah dan pembuat kebijakan dalam merancang pelatihan dan dukungan berbasis kebutuhan guru di era digital.

Kata kunci : tinjauan literatur sistematis, ICT, kemampuan guru

ABSTRACT

The Information and communication technology (ICT) has played a crucial role in transforming education, including in mathematics learning. However, mathematics teachers often face challenges in the integration of ICT, especially in terms of improving their technological competence. This systematic literature review (SLR) study uses content analysis techniques on Scopus-indexed articles published between 2013 and 2023. The main focus of the research was to analyse the effect of ICT implementation on mathematics teachers' ability to present material in the classroom, by examining three main research questions. The article selection process followed the PRISMA protocol, starting with 70 articles that were screened through inclusion and exclusion criteria, as well as duplication elimination, to obtain 23 publications that were suitable for analysis. After an in-depth review, 18 key articles were selected as the core sources of information in this study. The results of the analysis showed that the implementation of ICT had a positive impact on improving the variety of material presentation, learning interaction, and student engagement. However, teachers face barriers such as limited training, access to tools, and a lack of institutional support. The findings can also serve as a reference for schools and policymakers in designing needs-based training and support for teachers in the digital era.

Keywords: systematic literature review, ICT, teachers' ability

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, pengaruh teknologi informasi dan komunikasi (TIK) atau yang dikenal secara global sebagai ICT terhadap pendidikan telah menjadi topik penting dalam berbagai penelitian. Integrasi ICT di dalam kelas berpotensi mengubah cara guru menyampaikan materi pelajaran, meningkatkan keterlibatan siswa, dan mendukung hasil belajar yang lebih baik. Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana implementasi ICT berkontribusi terhadap kemampuan guru matematika dalam menyampaikan konten pembelajaran secara efektif (Fung & Maat, 2021).

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan ICT dalam pembelajaran matematika memiliki dampak positif terhadap kinerja akademik siswa (Hardman, 2019; Timotheou et al., 2022; Valverde-Berrocso et al., 2022). Namun, masih terdapat perbedaan pendapat terkait bagaimana cara-cara spesifik ICT mempengaruhi hasil belajar dan efektivitas pengajaran. ICT menawarkan berbagai peluang, mulai dari mendukung pembelajaran aktif hingga menumbuhkan kreativitas siswa dan memfasilitasi kolaborasi pengetahuan (Nadeem et al., 2018). Bagi guru, teknologi dapat menjadi alat bantu instruksional dan pengembangan kurikulum yang kuat, asalkan didukung dengan model integrasi yang mempertimbangkan faktor kontekstual, organisasi, dan profesional (Gonzales et al., 2019). Namun demikian, hubungan antara penggunaan ICT dan prestasi akademik siswa masih bersifat kompleks. Tidak semua penelitian menemukan adanya peningkatan signifikan dalam performa belajar meskipun integrasi teknologi telah ditingkatkan (Valverde-Berrocso et al., 2022). Pandemi COVID-19 mempertegas urgensi penggunaan teknologi dalam pendidikan, mendorong pergeseran besar ke pembelajaran daring, dan menuntut guru untuk beradaptasi secara cepat terhadap lanskap pembelajaran digital (Montiel & Zermeño, 2022).

Penelitian tentang digitalisasi pendidikan di Indonesia sangat penting untuk memahami tantangan yang dihadapi oleh para guru, terutama guru matematika, dalam mengadopsi teknologi secara efektif. Meskipun pemerintah telah berupaya melalui inisiatif digitalisasi, keterbatasan dalam akses dan pelatihan teknologi masih menjadi hambatan yang signifikan. Menurut Gumelar dan Dinnur (2020), digitalisasi pendidikan menunjukkan bagaimana revolusi industri 4.0 dan pandemi Covid-19 telah mendorong institusi pendidikan untuk lebih bergantung pada teknologi informasi; namun, banyak yang belum dapat mengimplementasikannya secara optimal karena berbagai tantangan. Hal ini juga terlihat dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Wulandari, yang mengungkapkan bahwa rendahnya kualitas sumber daya aparatur dalam era digitalisasi menjadi penghalang bagi peningkatan kompetensi di sektor publik, termasuk pendidikan (Wulandari, 2021).

Kesenjangan kompetensi digital sangat nyata dalam banyak komunitas di Indonesia, dan penelitian oleh Anita dan Astuti (2022) menggarisbawahi bagaimana digitalisasi pendidikan di tingkat dasar dapat membantu mengatasi kesenjangan ini, dengan berfokus pada akses pendidikan dan dukungan terhadap guru dalam penggunaan teknologi. Sementara itu, penelitian oleh Suparmin et al. (2023) menemukan bahwa pengembangan sistem pendidikan di Fakultas Syariah dan Hukum

harus menyertakan pendekatan digitalisasi untuk meningkatkan relevansi pendidikan. Ini menunjukkan bahwa, meskipun terdapat kemajuan, masih banyak yang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa semua guru, termasuk guru matematika, dapat memanfaatkan teknologi secara efektif dalam proses pengajaran mereka.

Dengan demikian, penting untuk menyoroti bahwa risiko ketidakmerataan dalam penerapan pendidikan berbasis digital di Indonesia memerlukan perhatian lebih lanjut dari pihak pemerintah dan stakeholder pendidikan untuk menyediakan akses pelatihan yang lebih baik serta meningkatkan infrastruktur teknologi yang ada (Ni'mah et al., 2021). Penelitian mengenai pemanfaatan *website* dan *platform* digital dalam pelayanan publik juga menunjukkan berbagai tantangan dan keterbatasan yang dihadapi dalam implementasi teknologi di berbagai bidang di Indonesia, termasuk pendidikan (Nurrahman et al., 2021).

Analisis sistematis terhadap literatur yang relevan dapat mengungkap berbagai faktor kunci yang mendukung keberhasilan integrasi teknologi informasi dan komunikasi (ICT) dalam pembelajaran matematika di kelas. Sejumlah studi menegaskan bahwa integrasi ICT yang dirancang secara cermat dan diselaraskan dengan tujuan pembelajaran mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan intuitif. Dalam situasi seperti ini, siswa memiliki kesempatan untuk belajar secara aktif melalui proses eksplorasi dan penemuan konsep-konsep matematika (Duan et al., 2020).

Namun demikian, ketersediaan teknologi semata tidak menjamin peningkatan kualitas pengajaran. Efektivitas pemanfaatan ICT sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor kontekstual, seperti adanya dukungan teknis yang memadai, kesempatan guru untuk mengikuti pelatihan profesional yang relevan, serta adanya kepemimpinan institusional yang mendorong pemanfaatan teknologi secara berkelanjutan (Çapuk, 2015; González-Pérez, 2014; Nadeem et al., 2018). Tanpa dukungan menyeluruh, penerapan ICT berisiko tidak optimal atau bahkan menghambat proses pembelajaran.

Hasil dari kajian sistematis ini diharapkan dapat memberikan arahan strategis bagi lembaga pendidikan dalam mengadopsi ICT secara efektif. Institusi perlu melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kesiapan internal, serta merancang strategi implementasi yang mencakup aspek pedagogis, didaktis, dan teknologi secara terpadu (Díaz et al., 2022; González-Pérez, 2014; Wang et al., 2017). Dengan pemahaman yang lebih mendalam terhadap faktor-faktor yang mendukung efektivitas penggunaan ICT oleh guru matematika, para pemangku kebijakan dapat mengambil keputusan yang tepat untuk menciptakan ekosistem pembelajaran digital yang berkelanjutan. Dampak ICT pada efektivitas guru pada akhirnya sangat bergantung pada sejauh mana penggunaannya selaras dengan tujuan pembelajaran yang jelas dan kemampuan guru dalam mengoptimalkan alat-alat digital dalam praktik pengajaran mereka (Spiteri & Chang Rundgren, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis tren dan kontribusi penelitian terkait implementasi ICT dalam pembelajaran matematika, mengevaluasi pengaruhnya terhadap kemampuan guru dalam menyajikan materi, serta mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam proses integrasinya. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi strategis bagi pengambil kebijakan dan lembaga pendidikan dalam merancang dukungan yang relevan bagi guru di era digital. Penelitian ini berfokus pada tiga pertanyaan utama: (1) Siapa saja peneliti dan publikasi yang memberikan kontribusi signifikan dan menunjukkan aktivitas tinggi dalam bidang penelitian terkait

implementasi ICT dalam pembelajaran matematika?, (2) Bagaimana pengaruh implementasi ICT terhadap efektivitas guru dalam menyajikan materi matematika di kelas?, (3) Apa saja tantangan yang dihadapi oleh guru matematika dalam mengimplementasikan ICT di lingkungan kelas?

Dengan mengkaji ketiga pertanyaan tersebut melalui pendekatan *systematic literature review* (SLR), penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dan praktis dalam meningkatkan kualitas pengajaran matematika berbasis teknologi, baik di tingkat nasional maupun global.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang merujuk pada Carrera-Rivera et al. (2022). Data dalam studi ini dianalisis melalui beberapa tahapan sistematis, meliputi perumusan pertanyaan penelitian, proses pencarian literatur, penerapan kriteria inklusi dan eksklusi, penilaian kualitas studi, pengumpulan dan analisis data, serta dokumentasi penyimpangan dari protokol awal.

a. Pertanyaan penelitian (*Research Question*)

Untuk mengarahkan ruang lingkup dan tujuan dari SLR ini, digunakan pendekatan PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Context*), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Context*)

<i>Population (P)</i>	Guru di tingkat Pendidikan dasar, menengah, dan atas
<i>Intervensi (I)</i>	Implementasi ICT terhadap kemampuan guru menyajikan materi
<i>Comparison (C)</i>	Kemampuan guru sebelum dan sesudah menggunakan ICT
<i>Outcomes (O)</i>	Efektivitas dan peningkatan kemampuan menyajikan materi pembelajaran matematika
<i>Context (C)</i>	Integrasi ICT dalam pembelajaran matematika di kelas

Berdasarkan kerangka ini, tiga pertanyaan penelitian utama dirumuskan seperti pada Tabel 2.

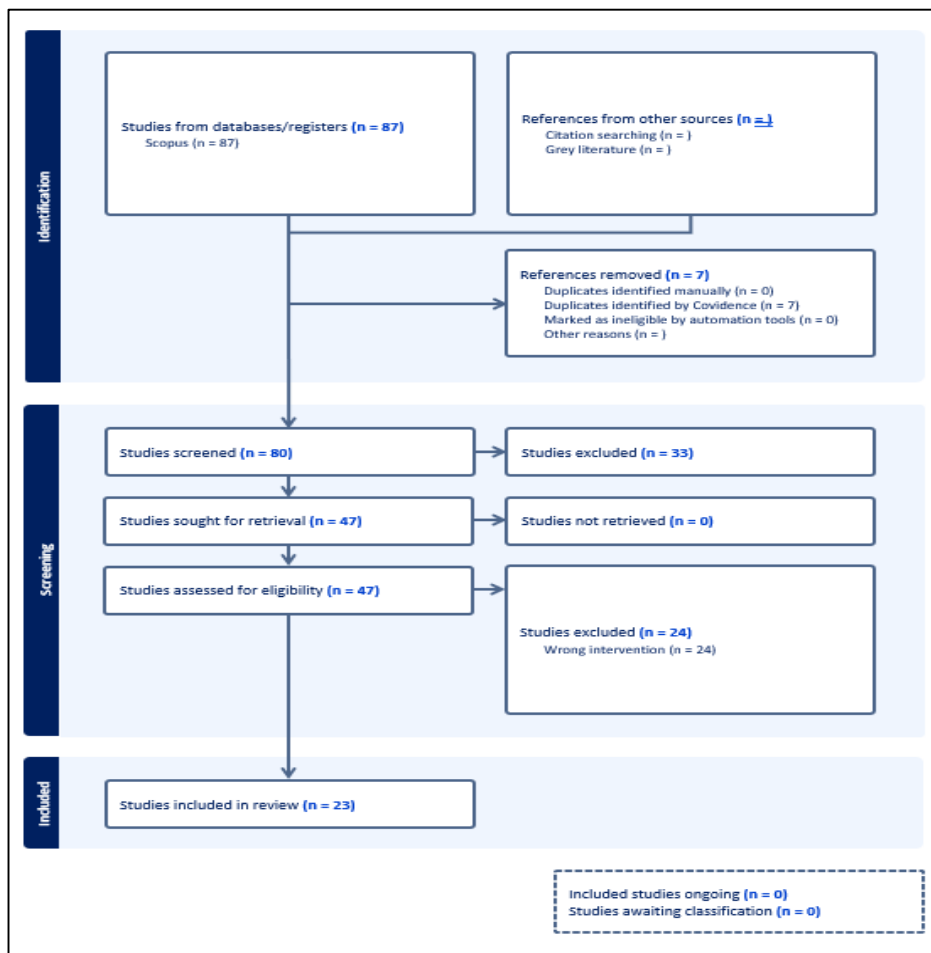
Tabel 2. Pertanyaan penelitian (*research question*)

ID	Pertanyaan Penelitian	Motivasi/tujuan/manfaat
RQ1	Penelitian mana yang menunjukkan kontribusi tinggi dalam bidang implementasi ICT?	Mengidentifikasi penelitian berpengaruh dan peneliti aktif di bidang ini
RQ2	Bagaimana pengaruh implementasi ICT terhadap efektivitas penyajian materi matematika oleh guru?	Mengevaluasi efektivitas integrasi ICT terhadap pengajaran matematika
RQ3	Apa tantangan yang dihadapi guru matematika dalam mengimplementasikan ICT?	Mengidentifikasi hambatan dalam proses integrasi ICT di kelas

b. Proses pencarian (*search process*)

Pencarian artikel dilakukan menggunakan database Scopus, karena Scopus merupakan salah satu indeks jurnal internasional bereputasi dengan cakupan multidisiplin dan sistem klasifikasi kuartil (Q1–Q4), sehingga menjamin kualitas artikel yang diperoleh. Pemilihan rentang waktu 2013–2023 didasarkan pada pertimbangan perkembangan teknologi yang sangat cepat dalam satu dekade terakhir, terutama setelah adopsi masif ICT pasca-pandemi COVID-19. Kata kunci dikembangkan dari topik utama dan disusun dengan menggunakan operator *Boolean*

“AND” dan “OR” sebagai berikut: “*educational technology*” OR “*ICT*” AND “*mathematics*” OR “*mathematics education*” AND “*mathematics teacher*”. Hasil pencarian awal mengidentifikasi 23 artikel yang relevan dari database Scopus (per 9 Juni 2024). Proses seleksi selanjutnya dijelaskan dalam diagram PRISMA yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Export PRISMA data

c. Kriteria Batasan dan masukan (*inclusion and exclusion criteria*)

Kriteria seleksi digunakan untuk memastikan hanya artikel yang sesuai dengan fokus penelitian yang dianalisis lebih lanjut. Kriteria inklusi dan eksklusi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria seleksi (inklusi dan eksklusi)

Kriteria penyertaan (<i>inclusion</i>)	Kriteria penyertaan (<i>eksklusi</i>)
1. Artikel yang digunakan hanya Implementasi ICT Terhadap Kemampuan Guru Matematika dalam Menyajikan Materi Didalam Kelas	1. Artikel yang tidak menggunakan ICT Terhadap Kemampuan Guru Matematika dalam Menyajikan Materi Didalam Kelas
2. Studi jurnal saja yang akan disertakan	2. Selain studi jurnal
3. Artikel yang diterbitkan di tahun 2013-2023	3. Artikel yang diterbitkan di luar tahun 2013-2023
4. Artikel dalam Bahasa Inggris	4. Artikel yang tidak dalam Bahasa Inggris

Seleksi dilakukan dalam dua tahap: pertama berdasarkan judul dan abstrak, kemudian dilanjutkan dengan analisis teks lengkap. Pendekatan inklusif digunakan, artinya jika terdapat keraguan, maka artikel tetap dipertimbangkan untuk dianalisis lebih lanjut.

d. Kualitas Penelitian (*Quality Asesmen*)

Untuk memastikan validitas dan relevansi data, penilaian kualitas dilakukan berdasarkan kriteria seperti pada Tabel 4. Artikel yang mendapatkan nilai “Ya” untuk kedua kriteria dipertimbangkan sebagai berkualitas tinggi.

Tabel 4. Kualitas penelitian (*quality asesmen*)

ID	Kriteria	Jawaban
QA1	Apakah artikel diterbitkan dalam rentang tahun 2013–2023?	Y/T
QA2	Apakah artikel memuat informasi terkait penggunaan ICT untuk pengajaran matematika?	Y/T

e. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode analisis konten tematik. Langkah-langkah analisis meliputi: (1) Koding terbuka: Menandai dan mengelompokkan tema utama dari isi artikel, (2) Koding aksial: Menghubungkan tema-tema antarartikel berdasarkan pertanyaan riset. (3) Penarikan kesimpulan: Merumuskan sintesis temuan berdasarkan RQ1, RQ2, dan RQ3. Adapun hasil analisis diarahkan untuk: (1) Mengidentifikasi tren penelitian (RQ1), (2) Menggambarkan pengaruh ICT terhadap pengajaran matematika (RQ2), (3) Menjelaskan hambatan yang dihadapi guru dalam integrasi ICT (RQ3).

f. Penyimpangan Laporan (*deviation from protocol*)

Dalam pelaksanaan SLR ini, terdapat beberapa penyesuaian terhadap protokol awal, antara lain:

- 1) Fokus analisis diperluas untuk tidak hanya menjawab pengaruh, tetapi juga menggali tantangan yang dialami guru dalam penerapan ICT.
- 2) Penambahan cakupan artikel dengan mempertimbangkan aspek keaktifan publikasi dan relevansi kontekstual dalam pembelajaran matematika.
- 3) Penyesuaian strategi penyaringan dilakukan untuk mengakomodasi artikel-artikel yang mengandung studi kasus dari negara berkembang, termasuk Indonesia, agar relevan dengan urgensi lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas tiga fokus utama sesuai pertanyaan penelitian yang diterapkan. Pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) memberikan gambaran menyeluruh terhadap kontribusi, pengaruh, serta tantangan yang dihadapi guru matematika dalam implementasi ICT di ruang kelas.

1. Kontribusi penelitian terhadap Implementasi ICT

Berdasarkan hasil pencarian dan telaah literatur, ditemukan 23 artikel relevan, dan setelah proses seleksi yang ketat, 18 artikel dipilih sebagai sumber utama. Artikel-artikel ini dianalisis untuk melihat kontribusi signifikan terhadap topik implementasi ICT, seperti disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Peneliti yang paling aktif terkait dengan implementasi ICT

No	Judul Artikel	Penulis	Kutipan
1	<i>Does distance teaching of science and mathematics meet teachers' expectations?: Science and mathematics teachers' perceptions, attitudes, and challenges of distance education</i>	(Rababh et al., 2023)	0
2	<i>Information and communication technologies, contrasting teacher - student assessments in high schools within cuenca, ecuador</i>	(Gonzales et al., 2019)	1
3	<i>The training and use of ICT in teaching perceptions of melilla's (spain) mathematics teachers</i>	(Trujillo-Torres et al., 2020)	9
4	<i>Mathematics teachers' readiness to integrate ICT in the classroom</i>	(Baya'a & Daher, 2013)	18
5	<i>Indonesian teachers' knowledge of ICT and the use of ICT in secondary mathematics teaching</i>	(Mailizar & Fan, 2020b)	41
6	<i>The development of in-service mathematics teachers' integration of ICT in a community of practice: Teaching-in-context theory</i>	(Baya'a et al., 2019)	18
7	<i>Mathematics teachers' levels of technological pedagogical content knowledge and information and communication technology integration barriers</i>	(Freitas & Spangenberg, 2019)	13
8	<i>Professional knowledge or motivation? Investigating the role of teachers' expertise on the quality of technology-enhanced lesson plans</i>	(Backfisch et al., 2020)	86
9	<i>Frameworks for ICT Integration in Mathematics Education - A Teacher's Perspective</i>	(Perienen, 2020)	39
10	<i>Mathematics teachers' perceptions of the introduction of ict: The relationship between motivation and use in the teaching function</i>	(Trujillo-Torres et al., 2020)	15
11	<i>Examining Indonesian secondary school mathematics teachers' instructional practice in the integration of technology</i>	(Mailizar & Fan, 2020a)	3
12	<i>Marginal region mathematics teachers' perception of using ICT media</i>	(Pradipta et al., 2021)	2
13	<i>In-service mathematics teachers' preparedness, knowledge, skills, and self-efficacy beliefs of using technology in lesson delivery</i>	(Agyei et al., 2022)	2
14	<i>Chinese mathematics teachers' TPACK and attitudes toward ICT integration in the post-pandemic era</i>	(Li, 2023)	4
15	<i>ICT Integration in Elementary School for Mathematics Subject</i>	(Gamit, 2023)	1
16	<i>Investigation of Turkish mathematics teachers' proficiency perceptions in using information and communication technologies in teaching</i>	(Birgin, 2020)	21
17	<i>Evaluating visible learning: Mathematics teachers' practices in technology-enhanced classrooms</i>	(Al-Abdullatif & Alsaeed, 2019)	7
18	<i>Challenging assumptions about relationships between mathematics pedagogy and ICT integration: surveying teachers in English secondary schools</i>	(Bretscher, 2021)	5

Tabel 5 menunjukkan beberapa artikel memiliki tingkat kutipan yang tinggi, seperti artikel oleh Backfisch et al. (2020), Mailizar & Fan (2020b), serta Perienen (2020), yang tidak hanya banyak dirujuk, tetapi juga menyoroti pentingnya integrasi ICT berbasis motivasi guru dan pemahaman pedagogis. Temuan ini mengindikasikan bahwa kontribusi tidak hanya diukur dari jumlah kutipan, tetapi juga dari kedalaman analisis terhadap keterkaitan teknologi dan pedagogi matematika.

2. Pengaruh implementasi ICT terhadap penyajian materi matematika

Secara umum, artikel-artikel yang dianalisis menunjukkan bahwa integrasi ICT dapat meningkatkan efektivitas pengajaran, baik dari segi variasi media, peningkatan motivasi siswa, maupun penguatan konsep matematika. Namun demikian, beberapa temuan menunjukkan implementasi ICT masih terbatas pada alat bantu presentasi, bukan pada pendalaman konsep atau interaktivitas belajar siswa. Faktor budaya dan geografis juga menjadi penentu. Misalnya, guru di daerah marginal di Indonesia menunjukkan tingkat adopsi ICT yang jauh lebih rendah, sebagaimana terlihat pada penggunaan yang dominan hanya pada perangkat lunak dasar seperti *Microsoft Office*. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi ICT memerlukan dukungan infrastruktur dan pelatihan lanjutan yang disesuaikan dengan konteks lokal.

Salah satu temuan yang perlu dicermati adalah hasil dari Mailizar & Fan (2020a), yang meskipun menunjukkan sikap positif guru terhadap ICT, namun masih banyak guru yang belum menerapkan pendekatan pembelajaran berbasis ICT secara menyeluruh. Rekomendasinya adalah menyediakan pelatihan terintegrasi yang menekankan aplikasi konkret dalam skenario pengajaran matematika. Selain itu pengaruh implementasi lainnya yang ditemukan dari artikel yang menjadi sumber informasi dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh implementasi ICT

No	Penulis	Temuan pengaruh implementasi ICT	Implikasi terhadap pembelajaran matematika
1	(Rababh et al., 2023)	Terdapat perbedaan sikap guru berdasarkan spesialisasinya terhadap kepentingan jalur keilmuan, sementara tidak ada perbedaan signifikan secara statistik untuk variabel penelitian lainnya. Tingkat kemahiran guru secara umum berada pada kategori sedang. Apresiasi guru terhadap pentingnya keterampilan Digital Education (DE) sangat diperlukan bagi semua guru sekolah mengingat peran pentingnya dalam pendidikan.	Perlu pelatihan keterampilan digital dasar untuk semua guru
2	(Gonzales et al., 2019)	Guru berpendapat bahwa penggunaan ICT dapat memotivasi perolehan pengetahuan baru dan memfasilitasi proses penalaran, sejalan dengan apa yang disampaikan siswa bahwa penggunaan ICT dapat	Pembelajaran jadi lebih interaktif dan mendalam secara konsep

No	Penulis	Temuan pengaruh implementasi ICT	Implikasi terhadap pembelajaran matematika
3	(Baya'a & Daher, 2013)	meningkatkan asimilasi konsep, memperkuat kapasitas perhitungan mental, dan memfasilitasi proses penalaran. Lebih dari tujuh puluh persen guru yang berpartisipasi memiliki persepsi positif terhadap kompetensi guru dalam bidang teknologi dan implementasi teknologi dalam pengajaran. Guru memiliki sikap positif terhadap integrasi TIK pada proses belajar mengajar dan rasa percaya diri terhadap kehadiran teknologi, serta emosi positif terhadap integrasi teknologi. Guru siap untuk mengintegrasikan teknologi dalam pengajaran mereka, dan kesiapan ini tidak hanya tercermin dalam persepsi dan sikap mereka terhadap integrasi teknologi, tetapi juga dalam niat mereka untuk melakukannya.	Guru siap menghadirkan pembelajaran berbasis teknologi.
4	(Baya'a et al., 2019)	Komunitas praktik berhasil meningkatkan pengetahuan konten pedagogi teknologi para guru matematika yang sedang menjabat serta memperkaya pengalaman mereka dalam menggunakan TIK dalam pengajaran matematika. Selain itu, partisipasi dalam komunitas praktik ini juga memperkuat keyakinan positif guru terhadap integrasi TIK dalam pengajaran matematika. Pengetahuan, pengalaman, dan keyakinan yang diperoleh dari komunitas praktik ini mendorong para guru untuk menetapkan tujuan dan mengambil keputusan baru terkait integrasi aktif TIK dalam pengajaran matematika.	Mendorong pengambilan keputusan berdasarkan ICT dalam mengajar
5	(Freitas & Spangenberg, 2019)	TIK dapat berdampak pada perubahan signifikan pada TPACK guru, yang dapat mendorong pengajaran dan pembelajaran matematika menjadi lebih baik	Memungkinkan pembelajaran lebih adaptif dan efektif.

No	Penulis	Temuan pengaruh implementasi ICT	Implikasi terhadap pembelajaran matematika
6	(Trujillo-Torres et al., 2020)	Guru muda dengan pengalaman mengajar tertentu ditemukan memiliki persepsi positif terhadap teknologi dengan skor tinggi untuk indikator motivasi terhadap TIK, karena teknologi memudahkan tugas, bermanfaat bagi fungsi pengajaran, dan meningkatkan kinerja siswa	Meningkatkan kinerja dan motivasi siswa dalam belajar.
7	(Mailizar & Fan, 2020a)	Guru matematika sekolah menengah di Indonesia cenderung dominan menggunakan alat presentasi seperti <i>PowerPoint</i> . Pendekatan pengajaran yang berpusat pada guru lebih sering dibandingkan pendekatan yang berpusat pada siswa. Guru umumnya menggunakan teknologi dalam pengajaran, namun topik matematika masih disampaikan dengan cara tradisional, yaitu memulai pembelajaran dengan memperkenalkan konsep, menunjukkan contoh soal, dan kemudian memberikan tugas. Selain itu, ditemukan bahwa guru perempuan lebih sering menggunakan teknologi dibandingkan guru laki-laki.	Penggunaan teknologi belum optimal untuk pembelajaran aktif.
8	(Pradipta et al., 2021)	Media yang paling umum digunakan oleh guru matematika adalah <i>software Microsoft Office</i> untuk menyajikan bahan ajar dari internet atau sumber digital. Persepsi guru matematika terhadap pemanfaatan dan pentingnya TIK sebagai media pembelajaran matematika berada pada tingkat 'sedang'. Guru matematika di daerah marginal menganggap TIK cukup penting sebagai media pembelajaran matematika.	Kebutuhan peningkatan literasi digital di daerah marginal.
9	(Agyei et al., 2022)	Guru matematika memiliki pengetahuan teknologi dan efikasi diri yang tinggi, namun kesiapan dan keterampilan mereka dalam menggunakan TIK dalam pembelajaran relatif rendah. Mereka sudah familiar dengan	Butuh pelatihan pedagogi digital lanjutan

No	Penulis	Temuan pengaruh implementasi ICT	Implikasi terhadap pembelajaran matematika
10	(Birgin, 2020)	alat-alat teknologi dasar seperti kalkulator, <i>GeoGebra</i> , multimedia, dan <i>spreadsheet</i> yang digunakan dalam pengajaran matematika. Meskipun demikian, guru lebih jarang menggunakan <i>GeoGebra</i> , multimedia, dan <i>spreadsheet</i> dalam keputusan pedagogis mereka dibandingkan dengan penggunaan kalkulator	Potensi penggunaan teknologi belum dimanfaatkan maksimal.
11	(Al-Abdullatif & Alsaeed, 2019)	Terdapat korelasi positif yang signifikan antara persepsi kemahiran guru matematika dalam menggunakan ICT dan frekuensi mereka menggunakan <i>Computer Assisted Teaching</i> dan <i>smart board</i> . Namun guru matematika belum menggunakan CAI dalam mengajar pada tingkat yang diharapkan.	TIK dapat menjadi kunci peningkatan hasil belajar siswa.
		Tingkat kompetensi integrasi teknologi informasi dan komunikasi (TIK) merupakan faktor penentu dan berpengaruh yang meningkatkan praktik yang dilakukan guru untuk mencapai efek yang lebih baik terhadap kemajuan belajar siswanya	

Dari Tabel 7 terlihat rangkuman hasil temuan dari berbagai artikel terkait pengaruh implementasi ICT. Setiap baris mencakup penulis, temuan utama, dan dampaknya terhadap pembelajaran matematika. Sebagian besar studi menunjukkan bahwa ICT mampu meningkatkan motivasi, memperkuat konsep, serta mendorong pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif. Namun, masih ditemukan bahwa pemanfaatan teknologi belum optimal di beberapa konteks, seperti pada artikel Mailizar & Fan (2020a), yang menunjukkan dominasi pendekatan *teacher-centered* meskipun teknologi telah digunakan.

3. Hambatan Implementasi ICT oleh Guru Matematika

Berbagai hambatan ditemukan dalam penerapan ICT di ruang kelas, baik secara global maupun lokal. Tabel 8 merangkum hambatan-hambatan tersebut beserta implikasinya terhadap pembelajaran matematika. Salah satu temuan penting adalah bahwa banyak guru memiliki pengetahuan teknologi dasar, tetapi kurang dalam keterampilan pedagogis digital yang lebih kompleks.

Faktor lain seperti kurangnya akses ke internet, keterbatasan perangkat lunak, waktu pembelajaran yang terbatas, serta lemahnya kepemimpinan sekolah juga menjadi kendala serius. Di Indonesia, khususnya di daerah marginal, masih banyak guru yang belum menggunakan ICT sama sekali, padahal mereka menakui pentingnya teknologi dalam mendukung proses belajar mengajar. Untuk mengatasi hambatan ini,

diperlukan pendekatan holistik, seperti peningkatan kualitas pelatihan guru berbasis praktik, pengembangan infrastruktur digital sekolah, serta integrasi kebijakan yang menekankan peran ICT dalam pembelajaran matematika. Seperti yang diungkapkan oleh Trujillo-Torres et al. (2020), para guru menyatakan bahwa mereka menganggap pelatihan ICT penting bagi pembelajaran.

Tabel 8. Temuan terkait hambatan yang dihadapi guru dalam implementasi ICT

No	Penulis Artikel	Temuan Terkait Hambatan yang dihadapi Guru	Implikasi Terhadap Pembelajaran Matematika
1	(Mailizar & Fan, 2020a)	Pengetahuan dan kemampuan ICT guru tidak memadai	Menghambat pembelajaran berbasis teknologi
2	(Baya'a & Daher, 2013)	Kendala TPACK dan kurangnya pengalaman serta infrastruktur.	Menurunkan kualitas pembelajaran matematika
3	(Freitas & Spangenberg, 2019)	Enam hambatan utama dalam mengintegrasikan ICT di kelas, yaitu keterbatasan waktu terkait kurikulum, infrastruktur teknologi, dampak penggunaan ICT pada proses pembelajaran, pengembangan profesional yang tidak efektif, keyakinan pedagogi guru. dan kepemimpinan yang buruk.	Perlu reformasi sistem pelatihan guru dan dukungan kebijakan
4	(Perienen, 2020)	Hanya sedikit guru yang benar-benar menggunakan teknologi	Pembelajaran masih konvensional tanpa teknologi
5	(Mailizar & Fan, 2020b)	Masih banyak guru matematika sekolah menengah di Indonesia yang tidak menerapkan kebijakan integrasi teknologi digital dan tidak sepenuhnya menerapkan kurikulum yang berlaku saat ini yang mengatur integrasi teknologi digital dalam proses belajar mengajar.	Kurikulum tidak berjalan efektif karena teknologi tidak digunakan.
6	(Pradipta et al., 2021)	50% guru matematika daerah marginal tidak menggunakan ICT dalam pengajaran.	Kesenjangan akses teknologi berdampak pada kualitas belajar.
7	(Li, 2023)	sebagian besar guru matematika memiliki pengetahuan terkait non-teknologi yang memadai namun kurang memiliki pengetahuan terkait teknologi.	Butuh program peningkatan kompetensi teknologi guru
8	(Birgin, 2020)	Guru SMP dan SMA di turki menganggap diri mereka "kurang mahir" dalam menggunakan "perangkat lunak matematika pendidikan	Kurangnya penguasaan software berdampak pada eksplorasi konsep geometri/aljabar

Tabel 8 menggambarkan berbagai tantangan yang dihadapi guru matematika dalam mengintegrasikan ICT, termasuk keterbatasan infrastruktur, kurangnya pelatihan, serta rendahnya penguasaan perangkat lunak khususnya matematika.

Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa meskipun guru umumnya menyadari pentingnya ICT, banyak yang belum siap secara teknis maupun pedagogis. Implikasinya adalah perlunya kebijakan pelatihan berkelanjutan, dukungan teknologi yang memadai, dan adaptasi kurikulum agar integrasi ICT benar-benar berdampak pada peningkatan kualitas pembelajaran.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menganalisis literatur terkait implementasi ICT dalam pembelajaran matematika, khususnya dalam konteks kemampuan guru dalam menyajikan materi di kelas. Berdasarkan hasil tinjauan sistematis ditemukan bahwa integrasi ICT berpotensi mendukung peningkatan kualitas pengajaran guru matematika melalui pendekatan yang lebih interaktif, motivasional, dan berorientasi pada penguatan pengetahuan pedagogis. Namun, keberhasilan integrasi ICT masih menghadapi tantangan yang nyata, terutama di tingkat praktik lapangan. Saran berikut diajukan sebagai rekomendasi strategis untuk meningkatkan efektivitas integrasi teknologi dalam pendidikan matematika, diantaranya yaitu: 1) perlu dilakukan penguatan program pelatihan guru yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi berbasis praktik langsung di kelas, 2) Pemerintah daerah dan pusat perlu mendukung pemerataan akses teknologi di sekolah, khususnya di daerah 3T (tertinggal, terdepan, dan terluar), termasuk dalam penyediaan konektivitas internet yang stabil dan perangkat keras yang memadai, dan 3) peneliti dan akademisi diharapkan melanjutkan eksplorasi terhadap efektivitas model pelatihan ICT berbasis praktik nyata, serta mengevaluasi dampaknya terhadap perubahan pendekatan mengajar guru dan hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agyei, E., Darko Agyei, D., & Benning, I. (2022). In-Service Mathematics Teachers' Preparedness, Knowledge, Skills, and Self-Efficacy Beliefs of Using Technology in Lesson Delivery. *Cogent Education*, 9(1), 1–21.
- Al-Abdullatif, A. ., & Alsaeed, M. S. (2019). Evaluating Visible Learning: Mathematics Teachers' Practices in Technology-Enhanced Classrooms. *Cogent Education*, 6(1), 1–24.
- Anita, A., & Astuti, S. I. (2022). Digitalisasi dan Ketimpangan Pendidikan: Studi Kasus Terhadap Guru Sekolah Dasar di Kecamatan Baraka. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 7(1), 1–12.
- Backfisch, I., Lachner, A., Hische, C., Loose, F., & Scheiter, K. (2020). Professional Knowledge or Motivation? Investigating the Role of Teachers' Expertise on the Quality of Technology-Enhanced Lesson Plans. *Learning and Instruction*, 66, 1–13.
- Baya'a, N., & Daher, W. (2013). Mathematics Teachers' Readiness to Integrate ICT in the Classroom. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 8(1), 46–52.
- Baya'a, N., Daher, W., & Anabousy, A. (2019). The Development of In-Service Mathematics Teachers' Integration of ICT in a Community of Practice: Teaching-in-Context Theory. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(1), 125–139.
- Birgin, O. (2020). Investigation of Turkish Mathematics Teachers' Proficiency

- Perceptions in Using Information and Communication Technologies in Teaching. *Education and Information Technologies*, 25(1), 487–507.
- Bretscher, N. (2021). Challenging Assumptions About Relationships Between Mathematics Pedagogy and ICT Integration: Surveying Teachers in English Secondary Schools. *Research in Mathematics Education*, 23(2), 142–158.
- Çapuk, S. (2015). ICT Integration Models Into Middle and High School Curriculum in the USA. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 1218–1224.
- Carrera-Rivera, A., Larrinaga, F., & Lasa, G. (2022). Context-Awareness for the Design of Smart-Product Service Systems. *Literature Review. Computers in Industry*, 142, 1–16.
- Díaz, M. J. S., Sierra-Daza, M. C., Arriazu, R., Salguero, F. L., & Durán-Rodríguez, N. (2022). EdTech Integration Framework in Schools: Systematic Review of the Literature. *Frontiers in Education*, 7, 1–14.
- Duan, C., Guo, D., Xie, J., & Zhang, J. (2020). The Impact of ICT Advances on Education: A Case Study. *2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*, 1–5.
- Freitas, G., & Spangenberg, E. D. (2019). Mathematics Teachers' Levels of Technological Pedagogical Content Knowledge and Information and Communication Technology Integration Barriers. *Pythagoras*, 40(1), 1–13.
- Fung, T. H., & Maat, S. M. (2021). A Systematic Review of Teachers' Perception Towards ICT Integrations in Mathematics Classrooms. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 10(3), 1349–1363.
- Gamit, A. M. (2023). ICT Integration in Elementary School for Mathematics Subject. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(2), 432–465.
- Gonzales, N., Mora, J., & Trelles, C. (2019). Information and Communication Technologies: Contrasting Teacher–Student Assessments in High Schools Within Cuenca, Ecuador. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27(3), 41–54.
- González-Pérez, A. (2014). A Comprehensive Model to Assess Policies for ICT in Education. *Proceedings of the 2014 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering*, 49–51.
- Gumelar, D. R., & Dinnur, S. S. (2020). Digitalisasi Pendidikan Hukum dan Prospeknya Pasca Pandemi Covid-19. *Al-Ahwal Al-Syakhsyiyah: Jurnal Hukum Keluarga Dan Peradilan Islam*, 1(2), 111–122.
- Hardman, J. (2019). Towards a Pedagogical Model of Teaching With ICTs for Mathematics Attainment in Primary School: A Review of Studies 2008–2018. *Heliyon*, 5(5), 1–6.
- Li, M. (2023). Chinese Mathematics Teachers' TPACK and Attitudes Toward ICT Integration in the Post-Pandemic Era. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), 1–29.
- Mailizar, M., & Fan, L. (2020a). Examining Indonesian Secondary School Mathematics Teachers' Instructional Practice in the Integration of Technology. *Universal Journal of Educational Research*, 8(10), 4692–4699.
- Mailizar, M., & Fan, L. (2020b). Indonesian Teachers' Knowledge of ICT and the Use of ICT in Secondary Mathematics Teaching. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), 1–13.

- Montiel, H., & Zermeño, M. G. G. (2022). Rock the Boat! Shaken by the COVID-19 Crisis: A Review on Teachers' Competencies in ICT. *Frontiers in Education*, 6, 1–11.
- Nadeem, M., Nasir, S. A., Moazzam, K. A., & Kashif, R. (2018). The Impact of Information and Communication Technology in Education: Opportunities and Challenges. *International Journal of Engineering and Technology*, 12(12), 1590–1595.
- Ni'mah, D. Z., Chamalah, E., & Azizah, A. (2021). Fleksibilitas dan Aksesibilitas Digitalisasi Pembelajaran Bahasa dan Sastra Indonesia Di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Semantika*, 3(01), 84–90.
- Nurrahman, A., Dimas, M., Ma'sum, M. F., & Ino, M. F. (2021). Pemanfaatan Website Sebagai Bentuk Digitalisasi Pelayanan Publik di Kabupaten Garut. *Jurnal Teknologi Dan Komunikasi Pemerintahan*, 3(1), 78–95.
- Perienen, A. (2020). Frameworks for ICT Integration in Mathematics Education: A Teacher's Perspective. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(6), 1–12.
- Pradipta, T. R., Perbowo, K. S., Nafis, A., Miatun, A., & Johnston-Wilder, S. (2021). Persepsi Guru Matematika Daerah Marginal Terhadap Penggunaan Media ICT. *Tak Terhingga*, 10(1), 133–148.
- Rababh, B. S., Bawane, A. K., & Al Salman, S. M. (2023). Does Distance Teaching of Science and Mathematics Meet Teachers' Expectations? Science and Mathematics Teachers' Perceptions, Attitudes, and Challenges of Distance Education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(11), 1–15.
- Spiteri, M., & Chang Rundgren, S. . (2020). Literature Review on the Factors Affecting Primary Teachers' Use of Digital Technology. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(1), 115–128.
- Suparmin, S., Ja'far, H. B., & Haris, R. M. (2023). Akselerasi Digitalisasi Sebagai Upaya Pengembangan Sistem Pendidikan pada Prodi Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Sumatera Utara. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(6), 2519–2526.
- Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y., Sobrino, S. V, Giannoutsou, N., Cachia, R., Martínez-Monés, A., & Ioannou, A. (2022). Impacts of Digital Technologies on Education and Factors Influencing Schools' Digital Capacity and Transformation: A Literature Review. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6695–6726.
- Trujillo-Torres, J.-M., Hossein-Mohand, H., Gómez-García, M., & Cáceres-Reche, M. (2020). Mathematics Teachers' Perceptions of the Introduction of ICT: The Relationship Between Motivation and Use in the Teaching Function. *Mathematics*, 8(12), 1–17.
- Valverde-Berrocso, J., Acevedo-Borrega, J., & Cerezo-Pizarro, M. (2022). Educational Technology and Student Performance: A Systematic Review. *Frontiers in Education*, 7, 1–12.
- Wang, F., Guo, R., Hu, M., & Gu, X. (2017). Investigating the Factors Influencing the Use of ICT in Education: A Content Analysis. *2017 International Conference on Educational Innovation Through Technology (EITT)*, 27–31.
- Wulandari, D. P. (2021). Strategi Peningkatan Kompetensi dalam Menyiapkan ASN di Era Revolusi Industri 4.0. *Jejaring Administrasi Publik*, 13(2), 101–120.