

# **SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW : DAMPAK TEKNOLOGI PENDIDIKAN TERHADAP PENGEMBANGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS, KREATIF, DAN KOLABORATIF PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA**

**N. Fajri<sup>1)</sup>, M. Nursalim<sup>2)</sup>, S. Masitoh<sup>3)</sup>**

<sup>1</sup> Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya  
Email: [nisya.fajri@gmail.com](mailto:nisya.fajri@gmail.com) , [mochamadnursalim@unesa.ac.id](mailto:mochamadnursalim@unesa.ac.id)

## **ABSTRAK**

Pentingnya keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif dalam konteks abad ke-21 menjadi sorotan utama. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak teknologi pendidikan terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif dalam pembelajaran matematika diberbagai negara. Metode *Systematic Literature Review (SLR)* diterapkan untuk menyelidiki dampak teknologi pendidikan pada keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif dalam pembelajaran matematika. Melalui protokol PRISMA, terdapat 12 artikel yang terpilih setelah dilakukan penilaian kualitas studi, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif peserta didik. Teknologi pendidikan yang banyak diterapkan adalah memfasilitasi pembelajaran yaitu dengan pendekatan STEM. Pendekatan STEM juga dapat dikolaborasikan dengan berbagai model pembelajaran ataupun alat bantu lainnya. Melalui penelitian ini juga diketahui bahwa STEM merupakan pendekatan yang banyak digunakan di dalam pembelajaran matematika di negara Indonesia dan juga negara Turki. Penerapan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika tidak hanya dapat meningkatkan kinerja dalam bentuk hasil belajar, namun juga dapat mengembangkan berbagai keterampilan abad 21 yang dibutuhkan dalam dunia kerja terutama keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah dan berpikir kreatif. Selain itu keterampilan komunikasi menjadi keterampilan yang menarik untuk dikembangkan. Penelitian ini memberikan hasil yang bermanfaat dalam memahami pentingnya teknologi pendidikan dalam pengembangan keterampilan abad 21 dalam pembelajaran matematika.

**Kata kunci:** teknologi Pendidikan, berpikir kritis, berpikir kreatif, kolaboratif, matematika

## **ABSTRACT**

*The importance of critical, creative and collaborative thinking skills in the 21st century context is highlighted. This research aims to evaluate the impact of educational technology on the development of critical, creative and collaborative thinking skills in mathematics learning in various countries. The Systematic Literature Review (SLR) method was applied to investigate the impact of educational technology on critical, creative and collaborative thinking skills in mathematics learning. Through the PRISMA protocol, 12 articles were selected after assessing the quality of the studies, and the research results showed that the use of educational technology in mathematics learning can improve students' critical, creative and collaborative thinking skills. Educational technology that is widely applied is to facilitate learning, namely with a STEM approach. The STEM approach can also be collaborated with various learning models or other tools. Through this research, it is also known that STEM is an approach that is widely used in mathematics learning in Indonesia and also Turkey. The application of educational technology in mathematics learning can not only improve performance in the form of learning outcomes, but can also develop various 21st century skills needed in the world of work, especially critical thinking skills, problem solving and creative thinking. Apart from that, communication skills are an interesting skill to develop. This research provides useful results in understanding the importance of educational technology in developing 21st century skills in mathematics learning.*

**Key words:** *educational technology, critical thinking, creative thinking, collaborative, mathematics*

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas sumber daya manusia ditentukan oleh kualitas pendidikan. Semakin baik kualitas pendidikannya semakin baik kualitas sumber daya manusianya. Dengan pendidikan, manusia mengalami proses berpikir untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan mencapai tujuan. Pencapaian tujuan tersebut melalui proses belajar berkelanjutan [1]. Proses pembelajaran yang baik didukung oleh berbagai faktor, yaitu faktor pendidik, peserta didik, perencanaan pembelajaran, media dan sumber belajar, serta lingkungan yang mendukung pembelajaran.

Faktor-faktor pendukung tersebut tidak lepas dari teknologi pendidikan. Dalam konteks teknologi pendidikan, pembelajaran dapat didefinisikan sebagai proses memfasilitasi pembelajaran dan meningkatkan kinerja melalui penggunaan proses dan sumber daya teknologi yang sesuai. Hal ini melibatkan studi dan praktik etis untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang efektif dan efisien menggunakan teknologi yang tepat [2]. Teknologi pendidikan juga dicatat dapat meningkatkan produktivitas individu dan organisasi. Dalam konteks definisi tersebut, "performa" merujuk pada kemampuan peserta didik dalam menggunakan dan menerapkan kemampuan baru yang diperoleh.

Kemampuan menerapkan ilmu yang dimiliki dalam kehidupan sehari-hari bukanlah hal yang mudah. Kemampuan tersebut harus terus diasah agar menjadi keterampilan. Keterampilan yang wajib dimiliki setiap orang pada abad 21 ini adalah keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, komunikasi dan kreativitas [3]. Keterampilan tersebut harus senantiasa difasilitasi dan diasah dalam bangku pendidikan salah satunya pendidikan formal. Dalam pendidikan formal berbagai upaya dilakukan oleh sekolah maupun pendidik untuk mengasah keterampilan baik dalam kegiatan kurikuler maupun ekstrakurikuler. Kegiatan kurikuler yang dapat memfasilitasi keterampilan abad 21 salah satunya melalui pembelajaran matematika.

Pembelajaran matematika adalah studi yang wajib dipelajari dari bangku sekolah dasar sampai perguruan tinggi. Hal ini bermakna bahwa ilmu matematika sangat dibutuhkan oleh setiap individu dalam kegiatan sehari-hari. Keterampilan berpikir kritis sebagai keterampilan Abad 21 yang sering dibahas didalam matematika. Keterampilan berpikir kritis adalah "kemampuan untuk menyusun dan mengungkapkan, menganalisa serta menyelesaikan masalah" [3]. Peserta didik yang memiliki keterampilan dalam bernalar kritis mampu secara objektif untuk memproses dan menganalisis informasi baik secara kuantitatif maupun kualitatif, membangun hubungan antar informasi, mengevaluasi serta menyimpulkannya [4].

Keterampilan berpikir kritis juga harus diperkuat dengan keterampilan berpikir kreatif. Dengan berpikir kreatif, peserta didik dapat mengembangkan pengetahuan dan *skills* dalam menemukan hal-hal baru dan berinovasi [5]. Dengan berpikir kreatif menjamin ilmu pengetahuan ilmiah dapat terus berkembang. Pendapat ini diperkuat oleh Mu'minah dan Aripin bahwa dengan berpikir kreatif, "peserta didik memiliki kemampuan untuk mengembangkan, melaksanakan dan menyampaikan gagasan-gagasan baru kepada orang lain, bersikap terbuka dan responsif terhadap perspektif baru dan berbeda [3].

Berpikir kritis dan berpikir kreatif tentunya tidak dapat berjalan sendiri tanpa bantuan orang lain. Pentingnya berkolaborasi di era industri 4.0 dan era society 5.0 saat ini. Tuntutan kurikulum merdeka menginginkan setiap manusia mampu berkolaborasi dan saling bersinergi satu dan lainnya. Oleh karena itu pentingnya keterampilan kolaborasi dimiliki oleh peserta didik. Keterampilan kolaborasi adalah kemampuan peserta didik dalam bekerja sama dengan orang lain dan rekan sejawat. Dengan berkolaborasi, peserta didik bekerja sama dalam kelompok, beradaptasi dengan berbagai peran dan tanggung jawab, produktif dalam bekerja sama dengan orang lain, menempatkan empati pada tempatnya serta menghargai setiap perbedaan pendapat [3].

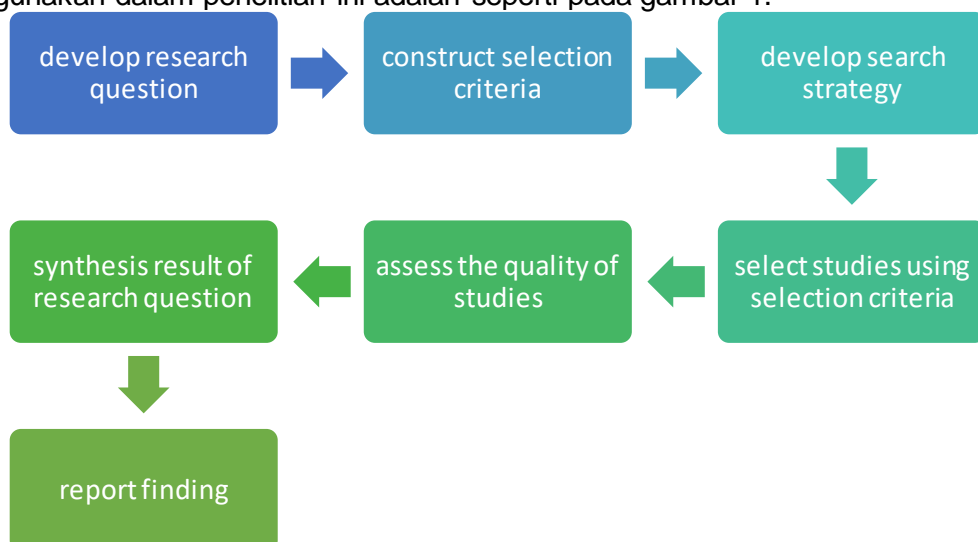
Pengembangan keterampilan merupakan hal yang esensial. Peningkatan kualitas keterampilan abad 21 menjamin peningkatan pendidikan. Oleh karena itu dibutuhkan kehadiran teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika agar keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif dapat terwujud. Kehadiran teknologi pendidikan memastikan bahwa solusi pembelajaran yang dirancang dan dikembangkan tidak hanya efektif, tetapi juga memperhatikan hak individu, berbagai perspektif yang ada dalam masyarakat, dan melindungi kesehatan dan keselamatan peserta didik.

Memfasilitasi pembelajaran dan meningkatkan kinerja melalui penggunaan proses dan sumber daya teknologi yang sesuai sudah menjadi kewajiban. Oleh karena itu, diperlukan studi analisis mengenai dampak teknologi pendidikan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif.

Peneliti ingin melihat dampak tersebut diberbagai negara dan bagaimana bentuk kegiatan fasilitasi yang dilakukan oleh teknologi pendidikan dalam mewujudkan tujuan tersebut. Peneliti mengkaji dari berbagai sumber literatur melalui *Systematic Literatur Riview*. Melalui penelitian ini, peneliti ingin mengetahui bagaimana keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kolaboratif matematika peserta didik sebagai dampak dari teknologi pendidikan berdasarkan hasil review artikel dan apakah penerapan teknologi pendidikan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kolaboratif dalam pembelajaran matematika.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR), yaitu dengan mengidentifikasi, menilai, dan menafsirkan semua bukti penelitian yang tersedia untuk menjawab pertanyaan penelitian [6]. Tahapan penelitian *Systematic Literature Review* (SLR) yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Langkah systematic literature review [7]

Tahapan secara rinci langkah SLR dapat adalah:

### 1. *Develop Research Question* (mengembangkan pertanyaan penelitian)

Pada tahap ini peneliti mengembangkan pertanyaan penelitian. Pertanyaan penelitian yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

- RQ1 : bagaimana keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kolaboratif matematika peserta didik sebagai dampak dari teknologi pendidikan berdasarkan hasil review artikel?
- RQ2 : apakah penerapan teknologi pendidikan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kolaboratif dalam pembelajaran matematika?

## 2. Construct Selection Criteria (menentukan kriteria yang dipilih/inklusi)

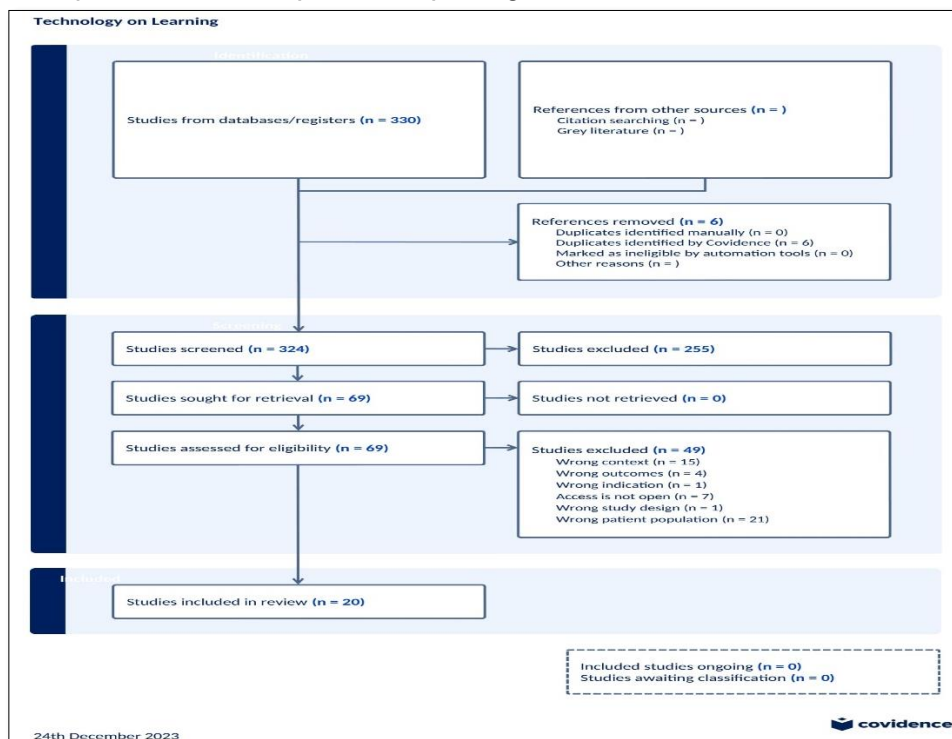
Kriteria yang dipilih/inklusi merupakan batasan yang digunakan dalam mencari dan menentukan artikel yang menjadi rujukan dalam penelitian. Kriteria inklusi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Artikel yang sesuai dengan topik penelitian dengan menggunakan *keywords* sebagai kata kunci pencarian. Adapun *keywords* yang digunakan adalah *Critical Skills, Creative Skills, Collaborative Skills, Effect of Technology on Learning, dan Skills Oriented Learning, Mathematics*.
- Populasi yang digunakan adalah *junior high school* dan *senior high school*.
- Artikel yang dipublikasikan dalam 3 tahun terakhir (2021-2023) untuk menjamin keterbaruannya sesuai perkembangan zaman.
- Full text*

## 3. Develop Search Strategy (mengembangkan strategi pencarian)

Artikel yang digunakan terindeks google scholar dan terindeks scopus. Dalam pencariannya, peneliti menggunakan aplikasi *Publish or Perish 8 (POP8)* berdasarkan PICOC (Population or Problem – Intervention – Comparison – Outcome – Context).

SLR protocol yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* dengan menggunakan aplikasi Covidence. Adapun hasil SLR dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. PRISMA menggunakan aplikasi Covidence

Dari hasil pencarian diperoleh 330 artikel yang memenuhi *keywords* yang digunakan. Dari jumlah database tersebut teridentifikasi sebanyak 6 artikel *duplicates* sehingga menjadi 324 artikel yang selanjutnya di screening dengan menggunakan *studies excluded* sehingga diperoleh sebanyak 255 artikel.

4. *Select Studies Using Selection Criteria* (memilih studi menggunakan kriteria yang dipilih/inklusi)

Setelah diperoleh sebanyak 255 artikel dilakukan screening dan diperoleh sebanyak 49 artikel studies excluded yang belum terscreening pada tahapan sebelumnya dan diperoleh 69 artikel. Tahapan screening yang dilakukan pada tahap ini dengan melihat judul dan abstrak pada artikel.

5. *Assess The Quality Of Studies* (menilai kualitas studi)

Pada tahapan ini, peneliti melakukan *extraction* dan penilaian terhadap kualitas artikel. Artikel diperiksa *full text* dengan memperhatikan kriteria inklusi. Adapun artikel yang dipilih adalah artikel yang tidak dibatasi pemeringkatan serta *open acces*. Dari setiap artikel rujukan diberikan pilihan jawaban “Yes”, “Maybe”, dan “No” Sehingga diperoleh 20 artikel. Setelah itu dilakukan penelitian lebih lanjut, ternyata dari 20 artikel yang terpilih terdapat 8 artikel yang tidak terscreening dengan baik sebelumnya sehingga 7 artikel tersebut harus dikeluarkan. Adapun alasan artikel tersebut dikeluarkan karena:

- a. Merupakan penelitian *Systematic Review*;
- b. Penelitian dilakukan di jenjang perguruan tinggi;
- c. Waktu penelitian diluar kriteria yang diberikan hal ini disebabkan ketidaksesuaian informasi yang terekam di dalam aplikasi dengan hasil screening peneliti; dan
- d. Merupakan artikel seminar Internasional.

Adapun rincian artikel yang dinilai dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Penilaian Kualitas Studi

Author-Year	Title	Study ID	Notes	Study design	Population	Terima/tolak
Baran, M., dkk 2021	The influence of project-based STEM (PjBL-STEM) applications on the development of 21st century skills	A-01	Turkey	Quantitative	Senior high School	Terima
Benek, I., dan Akcay, B 2022	The effects of socio-scientific STEM activities on 21st century skills of middle school students	A-02	Turkey	Quantitative	Junior high School	Terima
Benvenuti 2023	Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context	A-03		Systematic review		Tolak
Contreras-Espinosa, R., dan Eguia-Gomez, J.L., 2022	Game Jams as Valuable Tools for the Development of 21st-Century Skills	A-04	Mexican	Qualitative research	Senior high School	Terima
Evendi, E., dkk, 2022	Assessing Students' Critical Thinking Skills Viewed from Cognitive Style: Study on Implementation of Problem-Based e-Learning Model in Mathematics Courses.	A-05	,		Faculty of Science and Engineering	Tolak
Hacioglu, Y., dan Gulhan, F., 2021	The effects of STEM education on the students' critical	A-06	California	Quantitative	Junior high School	Terima

Author-Year	Title	Study ID	Notes	Study design	Population	Terima/tolak
	thinking skills and STEM perceptions					
Kwangmuang, P, dkk 2021	The development of learning innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools	A-07	Thailand	Development (R&D)	Other: Junior High School and Teacher	Terima
Mårell-Olsson, E. 2021	Using gamification as an online teaching strategy to develop students' 21st century skills	A-08	Sweden	Development (R&D)	Senior high School	Terima
Sutama, dkk 2020	Mathematical collaborative learning in 21 st century based on national science olympiad in junior high school	A-09	outside the specified year			Tolak
Nilsook, P., dkk., 2021	The Project-Based Learning Management Process for Vocational and Technical Education.	A-10	Thailand	Case Control Study	Senior high School	Terima
Novitasari, A., dkk., 2022	The Effect of Google Classroom Assisted STEM Approach on Students' Creative Thinking Skills	A-11	Indonesian	Quantitative	Junior high School	Terima
Pahrudin, A., dkk., 2021	Science, Technology, Engineering, and Mathematics Inquiry Learning for 15-16 Years Old Students Based on K-13 Indonesian Curriculum: The Impact on the Critical Thinking	A-12	Indonesian	Quantitative	Senior high School	Terima
Pokhrel, T.R., 2018	Activity based mathematics instruction: Experiences in addressing the 21st-century skills	A-13	outside the specified year			Tolak
Rudianto, R., dkk., 2022	Development of assessment instruments 4C skills (critical thinking, collaboration, communication, and creativity) on parabolic motion materials	A-14	Indonesian	Development (R&D)	Junior high School	Terima
Santoso, A., dkk., 2021	Improving student collaboration and critical thinking skills through ASICC model learning	A-15	outside the specified year			Tolak
Simanjuntak, M.P., dkk., 2021	Effectiveness of Problem-Based Learning Combined with Computer Simulation on Students' Problem-Solving and Creative Thinking Skills.	A-16	Indonesian	Quantitative	Senior high School	Terima

Author-Year	Title	Study ID	Notes	Study design	Population	Terima/tolak
Sirajudin, dkk., 2020	Developing creativity through STEM education	A-17	outside the specified year and International Conference			Tolak
Songkram, dkk., 2021	Developing students' learning and innovation skills using the virtual smart classroom	A-18		Quantitative	undergraduate level	Tolak
Suherman, dkk., 2021	STEM-E: Fostering mathematical creative thinking ability in the 21st Century	A-19	Indonesian	Quantitative	Junior high School	Terima
Zayyinah, Z., dkk., 2022	STEAM-integrated project based learning models: Alternative to improve 21st century skills	A-20	International Conference			Tolak

Dari tabel 1 di atas tampak sebanyak 8 artikel yang tidak memenuhi kriteria, sehingga artikel yang akan disintesis hanya 12 artikel.

#### 6. *Synthesis Result Of Research Question* (mensintesis pertanyaan penelitian)

Pada tahapan sintesis ini, peneliti mengintegrasikan informasi hasil penemuan untuk menjawab pertanyaan penelitian.

#### 7. *Report Finding* (Laporan temuan)

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir yang dilakukan dalam proses penelitian SLR yaitu membuat laporan penelitian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui: 1) bagaimana keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kolaboratif matematika peserta didik sebagai dampak dari teknologi pendidikan; dan 2) apakah penerapan teknologi pendidikan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kolaboratif dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan penilaian kualitas studi ditemukan sebanyak 12 artikel mengenai keterampilan keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kolaboratif matematika terkait teknologi pendidikan pada jenjang *senior high school* dan *junior high school* pada rentang tahun 2021-2023. Berikut hasil sintesis ditampilkan pada tabel 2 dan tabel 3 berikut.

Tabel 2. Data Hasil penelitian untuk jenjang *Junior High School*

No	Author-Year	Title	Study ID	Study design	Result	Indikator yang diukur
1.	Benek, I., dan Akcay, B 2022 [8]	The effects of socio-scientific STEM activities on 21st century skills of middle school students	A-02	Quantitative	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegiatan STEM yang dikombinasikan dengan isu sosio-saintifik meningkatkan keterampilan siswa abad ini. Menurut pemeriksaan pendapat siswa, aplikasi tersebut paling banyak meningkatkan keterampilan "kreativitas dan inovasi" siswa. Aplikasi juga mengajarkan siswa kewirausahaan sosial dan	Berpikir kritis dan pemecahan masalah Kreativitas dan inovasi Komunikasi Kerjasama

No	Author-Year	Title	Study ID	Study design	Result	Indikator yang diukur
					antar budaya, manajemen diri, tanggung jawab dan kepemimpinan, pemikiran kritis, pemecahan masalah, komunikasi, kerja sama, dan kewirausahaan sosial dan antar budaya	
2.	Hacioglu, Y., dan Gulhan, F., 2021 [9]	The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions	A-06	Quantitative	Pendidikan STEM meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan persepsi STEM siswa, dan berdampak positif pada kesadaran karir mereka.	Berpikir kritis
3.	Kwangmuang, P, dkk 2021 [10]	The development of learning innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools	A-07	Development (R&D)	Terjadi peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa setelah dilakukan inovasi pembelajaran. Selain itu, penggunaan video sebagai sumber belajar dapat menggambarkan proses ilmiah dengan tepat, dan meningkatkan keterampilan komunikatif dan kolaboratif dalam pemecahan masalah.	Berpikir tingkat tinggi Komunikasi Kolaborasi
4.	Novitasari, A., dkk., 2022 [11]	The Effect of Google Classroom Assisted STEM Approach on Students' Creative Thinking Skills	A-11	Quantitative	Pembelajaran kreatif siswa dipengaruhi oleh pendekatan bantuan Google Classroom. Hasilnya menunjukkan peningkatan pada masing-masing indikator, yaitu orisinalitas 79,7%, fleksibilitas 80,7%, elaborasi 82,0%, dan kelancaran 81,2%. Ini terlihat dari bagaimana siswa menjadi lebih termotivasi untuk berpikir kreatif dan membantu mereka menyelesaikan masalah dan membuat keputusan.	Berpikir kreatif
5.	Rudianto, R., dkk., 2022 [12]	Development of assessment instruments 4C skills (critical thinking, collaboration, communication, and creativity) on parabolic motion materials	A-14	Development (R&D)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan instrumen penilaian keterampilan 4C mereka: berpikir kritis, bekerja sama, berkomunikasi, dan kreatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase siswa yang memenuhi kriteria berpikir kritis sebesar 21,7%, kriteria berpikir kritis rendah sebesar 28,3%, dan kriteria berpikir kritis buruk sebesar 50%. Persentase siswa yang memenuhi kriteria berpikir kreatif sebesar 25%, 40% cukup kreatif, dan 35%	Berpikir kritis Berpikir kreatif Berkolaborasi



No	Author-Year	Title	Study ID	Study design	Result	Indikator yang diukur
					kurang kreatif. Persentase siswa yang memenuhi kriteria kolaborasi sangat baik sebesar 65%, dan keterampilan kolaborasi tinggi sebesar 35%.	
6.	Suherman, dkk., 2021 [13]	STEM-E: Fostering mathematical creative thinking ability in the 21st Century	A-19	Quantitative	Nilai rata-rata kelas yang menggunakan model pembelajaran STEM-E adalah 74,71, lebih tinggi dari nilai rata-rata kelas STEM dengan 72,10 dan nilai rata-rata kelas kontrol dengan 67,88. Ini menunjukkan bahwa model STEM-E (STEM and Ethnomathematics) dapat menjadi salah satu opsi pembelajaran alternatif di era industri 4.0.	Hasil belajar

Tabel 3. Data Hasil penelitian untuk jenjang *Senior High School*

No	Author-Year	Title	Study ID	Study design	Result	Indikator yang diukur
1.	Baran, M., dkk 2021 [14]	The influence of project-based STEM (Pjbl-STEM) applications on the development of 21st century skills	A-01	Quantitative	Para siswa melaporkan bahwa kegiatan pembelajaran berdampak positif pada banyak keterampilan abad ke-21 mereka seperti komunikasi, dan kolaborasi, pemecahan masalah, kreativitas, berpikir kritis, tanggung jawab, kesadaran lingkungan, dan literasi teknologi informasi.	Komunikasi Kolaborasi Pemecahan masalah Kreativitas Berpikir kritis Tanggung jawab Kesadaran lingkungan Literasi teknologi informasi
2.	Contreras-Espinosa, R., dan Eguia-Gomez, J.L., 2022 [15]	Game Jams as Valuable Tools for the Development of 21st-Century Skills	A-04	Qualitative research	Hasilnya menunjukkan bahwa game jams adalah alat yang bermanfaat untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21. Mereka dapat meningkatkan keterampilan seperti kerja sama dan kreatifitas.	Kerjasama kreatifitas
3.	Mårell-Olsson, E. 2021 [16]	Using gamification as an online teaching strategy to develop students' 21st century skills	A-08	Development (R&D)	Hasil menunjukkan bahwa merencanakan pengajaran gamifikasi melalui internet dengan tujuan khusus untuk meningkatkan 21 keterampilan siswa adalah proses yang cukup sulit. Misalnya, guru yang berpartisipasi menganggap desain pengajaran gamifikasi sebagai cara untuk mendorong dan melibatkan siswa dalam pembelajaran. Namun, masalah yang mereka	<i>Active learning</i>

					hadapi terutama berkaitan dengan bagaimana merancang tugas dan menilai pengetahuan siswa saat bekerja sama.	
4.	Nilsook, P., dkk., 2021 [17]	The Project-Based Learning Management Process for Vocational and Technical Education.	A-10	Case Control Study	Proses pembelajaran yang dikenal sebagai manajemen pembelajaran berbasis proyek membantu siswa kejuruan Thailand memperoleh keterampilan yang diperlukan untuk hidup di abad ke-21. Peserta didik belajar memecahkan masalah dan berpikir kritis. Mereka juga dapat berkreasi, yang dapat meningkatkan inovasi, kerja sama tim, dan keterampilan belajar kolaboratif. Selain itu, di era digital, mereka juga dapat berkomunikasi satu sama lain dengan bantuan teknologi, yang dianggap sebagai integrasi modern. Dalam pendidikan vokasi, proses pengelolaan pembelajaran berbasis proyek terdiri dari lima tahap: persiapan, definisi topik, pembuatan dan pengujian, presentasi, dan evaluasi.	Keterampilan Abad 21
5.	Pahrudin, A., dkk., 2021 [18]	Science, Technology, Engineering, and Mathematics Inquiry Learning for 15-16 Years Old Students Based on K-13 Indonesian Curriculum: The Impact on the Critical Thinking	A-12	Quantitative	Penerapan model inkuiri berbasis STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.	Berpikir kritis
6.	Simanjuntak, M.P., dkk., 2021 [19]	Effectiveness of Problem-Based Learning Combined with Computer Simulation on Students' Problem-Solving and Creative Thinking Skills.	A-16	Quantitative	Studi ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dengan simulasi jauh lebih efektif daripada pembelajaran berbasis masalah saja atau metode pengajaran konvensional. Selain itu, ditemukan bahwa ada hubungan positif antara keterampilan berpikir kreatif siswa dan keterampilan pemecahan masalah mereka.	Berpikir kreatif Pemecahan masalah

Berdasarkan tabulasi hasil penelitian untuk jenjang *junior high school* dan *senior high school* diketahui bahwa kebanyakan penelitian yang dilakukan dalam bentuk penelitian

kuantitatif. Sedangkan penelitian pengembangan (R&D) sebanyak 3 penelitian dan penelitian kualitatif sebanyak 2 penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kolaborasi matematika sebagai dampak dari teknologi pendidikan diukur secara kuantitatif untuk melihat peningkatannya.

Dari tabel 2 dan tabel 3 dikelompokkan berdasarkan indikator yang diukur yang diharapkan sebagai variabel terikat. Hasil pengelompokkan dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Indikator yang diukur sebagai dampak penerapan teknologi pendidikan

No	Indikator yang diukur	Jumlah	No	Indikator yang diukur	Jumlah
1.	Kreativitas Dan Inovasi	3	8.	Berpikir Kreatif	4
2.	Komunikasi	3	9.	Hasil Belajar	1
3.	Berpikir Kritis	5	10.	Tanggung Jawab	1
4.	Pemecahan Masalah	4	11.	Kesadaran Lingkungan	1
5.	Kerjasama	2	12.	Literasi Teknologi Informasi	1
6.	Berpikir Tingkat Tinggi	1	13.	<i>Active Learning</i>	1
7.	Kolaborasi	3	14.	Keterampilan Abad 21	1

Berdasarkan tabel 4, diketahui bahwa dampak penerapan teknologi dalam pembelajaran matematika lebih banyak dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Namun demikian dampak penerapan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika juga dapat mengembangkan dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, berpikir kreatif, kreativitas dan inovasi, komunikasi, kolaborasi, kerjasama dan keterampilan abad 21 lainnya. Selain itu, penerapan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika juga dapat meningkatkan hasil belajar serta mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, tanggung jawab, kesadaran lingkungan, literasi teknologi dan informasi, dan *active learning*.

Untuk mendapatkan jawaban penelitian yang lebih mendalam, peneliti akan mengklasifikasikan bentuk-bentuk kegiatan teknologi pendidikan yang diterapkan sebagaimana dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Bentuk-Bentuk Kegiatan Teknologi Pendidikan yang Diterapkan dalam Pembelajaran Matematika

No	Teknologi Pendidikan	Negara
<b>Junior High School</b>		
1.	<i>Socio-scientific</i> STEM	Turkey
2.	Pendidikan STEM	California
3.	Pembelajaran inovasi	Thailand
4.	Pendekatan STEM berbantuan Google Classroom	Indonesian
5.	Pengembangan instrumen penilaian keterampilan 4C	Indonesian
6.	STEM and <i>Ethnomathematics</i>	Indonesian
<b>Senior High School</b>		
7.	PjBL berbasis STEM	Turkey
8.	Game Jams	Mexican
9.	Gamifikasi online	Sweden
10.	PjBL	Thailand
11.	Inkuiri berbasis STEM	Indonesian
12.	<i>Problem Based Learning</i> dengan simulasi komputer	Indonesian

Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa teknologi pendidikan yang banyak diterapkan adalah memfasilitasi pembelajaran dengan pendekatan STEM. Pendekatan STEM juga dapat dikolaborasikan dengan berbagai model pembelajaran ataupun alat bantu lainnya. Berdasarkan tabel 5 ini juga diketahui bahwa STEM merupakan pendekatan yang banyak digunakan di dalam pembelajaran matematika di negara Indonesia dan juga negara Turki.

Dari hasil analisis ini diketahui bahwa penerapan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika tidak hanya dapat meningkatkan kinerja dalam bentuk hasil belajar, namun juga dapat mengembangkan berbagai keterampilan abad 21 yang dibutuhkan dalam dunia kerja terutama keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah dan berpikir kreatif. Selain itu keterampilan komunikasi menjadi keterampilan yang menarik untuk dikembangkan. Untuk mengembangkan berbagai keterampilan itu, peneliti bisa menggunakan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika. Pendekatan STEM juga bisa dikolaborasikan dengan berbagai model ataupun alat bantu lainnya.

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

Teknologi pendidikan memiliki dampak yang signifikan terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengumpulkan dan menganalisis penelitian-penelitian terkait. Terdapat 12 artikel yang terpilih setelah dilakukan penilaian kualitas studi, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif peserta didik. Namun, terdapat beberapa artikel yang tidak memenuhi kriteria inklusi dan dikeluarkan dari sintesis.

Teknologi pendidikan yang banyak diterapkan adalah memfasilitasi pembelajaran yaitu dengan pendekatan STEM. Pendekatan STEM juga dapat dikolaborasikan dengan berbagai model pembelajaran ataupun alat bantu lainnya. Melalui penelitian ini juga diketahui bahwa STEM merupakan pendekatan yang banyak digunakan di dalam pembelajaran matematika di negara Indonesia dan juga negara Turki.

Penerapan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika tidak hanya dapat meningkatkan kinerja dalam bentuk hasil belajar, namun juga dapat mengembangkan berbagai keterampilan abad 21 yang dibutuhkan dalam dunia kerja terutama keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah dan berpikir kreatif. Selain itu keterampilan komunikasi menjadi keterampilan yang menarik untuk dikembangkan. Penelitian ini memberikan hasil yang bermanfaat dalam memahami pentingnya teknologi pendidikan dalam pengembangan keterampilan abad 21 dalam pembelajaran matematika.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada pembimbing mata kuliah Filsafat Ilmu, kepada Bapak Prof.Dr.Mochamad Nursalim, M.Si dan Prof.Dr. Siti Masitoh, M.Pd atas bimbingan dan arahannya. Spesial kepada suami, anak, orang tua dan keluarga saya yang telah mensupport pendidikan saya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Maiziani, S. Masitoh, and M. Nursalim, "Cendikia : Media Jurnal Ilmiah Pendidikan Falsafah Teknologi Pendidikan Terhadap Desain Instruksional Pelatihan," vol. 13, no. 2, pp. 267–271, 2022.
- [2] A. Januzzewski and M. Molenda, *Educational technology: A Defenition with Commentary*, vol. 64, no. 1. New York & London: Routledge Taylor & Francis Group, 2010. doi: 10.5860/crln.64.1.09.
- [3] I. H. Mu'Minah and I. Aripin, "Implementasi Stem Dalam Pembelajaran Abad 21," *Pros. Semin. Nas. Pendidik.*, vol. 1, no. 2012, p. 1496, 2019, [Online]. Available: <https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnaskip/article/view/219>
- [4] I. M. Y. T. Putra, "Implementasi Pembelajaran Flipped Classroom Berbasis Diferensia untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik," *Indones. J. Educ. Dev.*, vol. 2, no. 3, pp. 461–471, 2021, doi: 10.5281/zenodo.5681318.
- [5] I. Lestari and A. Ilhami, "Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan

- Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Smp: Systematic Review," *LENSA (Lentera Sains) J. Pendidik. IPA*, vol. 12, no. 2, pp. 135–144, 2022, doi: 10.24929/lensa.v12i2.238.
- [6] R. S. Wahono, "A Systematic Literature Review of Software Defect Prediction: Research Trends, Datasets, Methods and Frameworks," *J. Softw. Eng.*, vol. 1, no. 1, 2015.
- [7] A. Septiani, H. Pujiastuti, and M. Faturrohman, "Systematic Literature Review : Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika," *Edukatif J. Ilmu Pendidik.*, vol. 4, no. 6, pp. 7882–7893, 2022, doi: 10.31004/edukatif.v4i6.4263.
- [8] I. Benek and B. Akcay, "The effects of socio-scientific STEM activities on 21st century skills of middle school students," *Particip. Educ. Res.*, 2022, [Online]. Available: <https://dergipark.org.tr/en/pub/per/article/892789>
- [9] Y. Hacioglu and F. Gulhan, "The Effects of STEM Education on the Students' Critical Thinking Skills and To cite this article : The Effects of STEM Education on the Students' Critical Thinking Skills and STEM Perceptions," *J. Educ. Sci. Environ. Heal.*, vol. 7, no. 2, pp. 139–155, 2021.
- [10] P. Kwangmuang, S. Jarutkamolpong, W. Sangboonraung, and S. Dangtod, "The development of learning innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools," *Heliyon. cell.com*, 2021. [Online]. Available: [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(21\)01412-2.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(21)01412-2.pdf)
- [11] A. Novitasari, B. Widiyari, N. B. Haka, and ..., "The Effect of Google Classroom Assisted STEM Approach on Students' Creative Thinking Skills," *Assim. Indones. J. Biol. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 81–88, 2022, [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/6d09/3983a83973d22d28c0be91f4e48bfa8b9dfb.pdf>
- [12] R. Rudianto, R. Diani, S. Subandi, and N. Widiawati, "Development of assessment instruments 4C skills (critical thinking, collaboration, communication, and creativity) on parabolic motion materials," *J. Adv. Sci. Math. Educ.*, vol. 2, no. 2, pp. 65–79, 2022, [Online]. Available: <https://www.journal.foundae.com/index.php/jasme/article/view/115>
- [13] Suherman, T. Vidákovich, and Komarudin, "STEM-E: Fostering mathematical creative thinking ability in the 21st Century," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1882, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1882/1/012164.
- [14] M. Baran, M. Baran, F. Karakoyun, and A. Maskan, "The influence of project-based STEM (PjBL-STEM) applications on the development of 21st century skills," ... *Turkish Science Education. tused.org*, 2021. [Online]. Available: <http://www.tused.org/index.php/tused/article/download/1287/732>
- [15] R. S. Contreras-Espinosa and J. L. Eguia-Gomez, "Game Jams as Valuable Tools for the Development of 21st-Century Skills," *Sustainability. mdpi.com*, 2022. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2246>
- [16] E. Mårell-Olsson, "Using gamification as an online teaching strategy to develop students' 21st century skills," *IxD&A Interact. Des. Archit.*, 2021, [Online]. Available: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1543488>
- [17] P. Nilsook, P. Chatwattana, and T. Seechaliao, "The Project-Based Learning Management Process for Vocational and Technical Education.," *High. Educ. Stud.*, vol. 11, no. 2, pp. 20–29, 2021, [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1291446>
- [18] A. Pahrudin, G. Alisia, A. Saregar, A. Asyhari, and ..., "... Science, Technology, Engineering, and Mathematics Inquiry Learning for 15-16 Years Old Students Based on K-13 Indonesian Curriculum: The Impact on the Critical ...," ... *J. Educ. ...*, 2021, [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1294656>
- [19] M. . Simanjuntak, J. Hutahaean, N. Marpaung, N. Marpaung, and D. Ramadhani, "Effectiveness of Problem-Based Learning Combined with Computer Simulation on Students' Problem-Solving and Creative Thinking Skills.," *Int. J. ...*, vol. 14, no. 3, pp. 519–534, 2021, [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1304603>