



Penerapan Media Pembelajaran Berbasis Barcode untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Matematika Materi Bilangan Cacah pada Siswa Kelas IV Sekolah Dasar

Neny Eka Yulia Pasatria *
Universitas PGRI Madiun,
INDONESIA

Supri Wahyundi Utomo
Universitas PGRI Madiun,
INDONESIA

Endang Sri Maruti
Universitas PGRI Madiun,
INDONESIA

Article Info

Article history:

Received: Feb 26, 2026
Revised: May 24, 2026
Accepted: June 09, 2026

Keywords:

Bilangan Cacah; Hasil Belajar;
Media Barcode; Motivasi
Belajar; Sekolah Dasar.

Abstract

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran inti di sekolah dasar, namun masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mempelajarinya sehingga berdampak pada rendahnya motivasi belajar dan capaian akademik. Hasil observasi awal di SDN Bakalan II Kecamatan Tambakrejo Kabupaten Bojonegoro menunjukkan rendahnya perhatian, konsentrasi, dan partisipasi siswa selama pembelajaran matematika, yang ditandai dengan hanya 27% siswa kelas IV yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas media pembelajaran berbasis barcode dalam meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar matematika pada materi bilangan cacah. Penelitian menggunakan desain Penelitian Tindakan Kelas (PTK) model Kemmis dan McTaggart dengan pendekatan mixed methods. Partisipan penelitian terdiri atas 15 siswa kelas IV. Data dikumpulkan melalui lembar observasi, tes tertulis, wawancara, dan dokumentasi yang dilaksanakan dalam dua siklus tindakan. Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif, sedangkan data kualitatif dianalisis melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada seluruh indikator motivasi belajar. Perhatian dan konsentrasi siswa meningkat dari 20% pada kondisi awal menjadi 73% pada siklus akhir, sedangkan keaktifan siswa meningkat dari 47% menjadi 87%. Hasil belajar juga mengalami peningkatan yang signifikan, ditunjukkan oleh kenaikan ketuntasan klasikal dari 27% sebelum tindakan menjadi 40% pada siklus I dan 87% pada siklus II. Temuan ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis barcode efektif dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar matematika melalui terciptanya lingkungan belajar yang lebih interaktif, kolaboratif, dan menarik bagi siswa sekolah dasar.

To cite this article: Pasatria, N. E. Y., Utomo, S. W., & Maruti, E. S. (2026). Penerapan Media Pembelajaran Berbasis Barcode untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Matematika Materi Bilangan Cacah pada Siswa Kelas IV Sekolah Dasar *Al Qodiri: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Keagamaan*, 24(2), 618-631.

INTRODUCTION

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran fundamental di sekolah dasar yang berperan dalam membangun kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, dan pemecahan masalah siswa sejak usia dini. Penguasaan konsep matematika yang baik menjadi landasan bagi keberhasilan siswa dalam mempelajari berbagai disiplin ilmu pada jenjang pendidikan berikutnya. Namun demikian, pembelajaran matematika masih menjadi tantangan di banyak sekolah dasar karena sering dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang sulit, abstrak, dan kurang menarik oleh siswa. Persepsi tersebut berdampak pada rendahnya keterlibatan siswa selama proses pembelajaran, menurunnya motivasi belajar, serta rendahnya capaian akademik yang diperoleh. Berbagai studi menunjukkan bahwa motivasi belajar memiliki hubungan yang erat dengan keberhasilan siswa dalam memahami konsep matematika dan menyelesaikan permasalahan yang diberikan (Abramovich et al., 2019; Chen & Lin, 2020; Moddleton, 2020; Niyazova et al., 2022). Oleh karena itu, peningkatan kualitas pembelajaran matematika perlu menjadi perhatian utama untuk mendukung tercapainya kompetensi siswa secara optimal.

Permasalahan rendahnya kualitas pembelajaran matematika di sekolah dasar masih menjadi fenomena yang ditemukan di berbagai daerah di Indonesia. Kemampuan literasi matematika siswa

* Corresponding author:

Neny Eka Yulia Pasatria, Universitas PGRI Madiun, INDONESIA
nenyeka1985@gmail.com

Indonesia dilaporkan masih berada pada kategori yang memerlukan perhatian serius, menunjukkan bahwa berbagai kompetensi matematis dasar belum berkembang secara optimal pada sebagian besar peserta didik (Esti et al., 2023; Tanudjaya & Doorman, 2020; Yulia et al., 2021; Yuniar et al., 2025). Kondisi tersebut sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa banyak siswa sekolah dasar mengalami kesulitan dalam membangun koneksi matematis ketika menyelesaikan permasalahan kontekstual maupun soal yang memerlukan penalaran lebih tinggi (Arnellis et al., 2021; Gradini et al., 2025; Jailani et al., 2023). Rendahnya capaian tersebut sering kali berkaitan dengan proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru serta penggunaan media pembelajaran yang kurang variatif. Dominasi penggunaan buku teks dan papan tulis dalam kegiatan pembelajaran menyebabkan suasana belajar menjadi monoton sehingga siswa cenderung pasif dan kurang terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran (Chisunum & Nwadiokwu, 2024; Limori et al., 2025; Odum et al., 2021). Selain itu, rendahnya aktivitas belajar siswa terbukti berkontribusi terhadap lemahnya kemampuan pemecahan masalah matematika yang merupakan salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran abad ke-21 (Rehman et al., 2024, 2026; Szabo et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan partisipasi, keterlibatan, dan pengalaman belajar siswa secara lebih aktif dan bermakna.

Perkembangan teknologi digital memberikan peluang baru untuk mentransformasi proses pembelajaran matematika menjadi lebih menarik dan interaktif. Generasi siswa saat ini tumbuh dalam lingkungan yang dekat dengan perangkat digital, termasuk smartphone dan berbagai aplikasi berbasis internet. Integrasi teknologi dalam pembelajaran terbukti mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pengalaman belajar siswa secara lebih bermakna (David & Weinstein, 2023; Dunn & Kennedy, 2019; Maričić & Lavicza, 2024). Salah satu teknologi yang semakin banyak dimanfaatkan dalam dunia pendidikan adalah Quick Response (QR) Code atau barcode digital yang memungkinkan pengguna mengakses informasi secara cepat melalui proses pemindaian menggunakan perangkat seluler (Durak et al., 2016; Gogoi & Gogoi, 2025; Paul & Naikar, 2024). Pemanfaatan QR code dalam pembelajaran memungkinkan penyajian materi, latihan soal, maupun evaluasi secara lebih fleksibel dan menarik. Selain itu, penggunaan teknologi yang dekat dengan kehidupan siswa dapat meningkatkan rasa ingin tahu dan perhatian mereka terhadap aktivitas pembelajaran yang berlangsung (Karcher et al., 2022; Tu & Lee, 2025; Ullah & Anwar, 2020). Oleh sebab itu, integrasi barcode dalam pembelajaran matematika berpotensi menjadi alternatif media yang relevan dengan karakteristik peserta didik masa kini.

Urgensi pemanfaatan media berbasis barcode dalam pembelajaran matematika semakin kuat ketika dikaitkan dengan pentingnya motivasi belajar sebagai faktor penentu keberhasilan akademik siswa. Motivasi tidak hanya berfungsi sebagai pendorong siswa untuk terlibat dalam kegiatan belajar, tetapi juga memengaruhi ketekunan, konsentrasi, dan kemampuan mereka dalam menyelesaikan tugas-tugas akademik. Basir et al. (2024) menjelaskan bahwa media pembelajaran yang menarik mampu menciptakan suasana belajar yang menyenangkan sehingga meningkatkan ketahanan belajar siswa. Dalam konteks matematika, motivasi yang tinggi terbukti berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis, koneksi matematis, dan hasil belajar siswa (Boadu & Boateng, 2024; Hidayati et al., 2020; Mayerhofer et al., 2025). Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran yang mampu mengakomodasi kebutuhan belajar siswa sekaligus meningkatkan motivasi menjadi kebutuhan yang mendesak. Inovasi tersebut penting agar pembelajaran matematika tidak lagi dipandang sebagai aktivitas yang membosankan, melainkan sebagai pengalaman belajar yang menantang dan menyenangkan.

Sejumlah penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas QR code dalam berbagai konteks pembelajaran. Integrasi QR code dalam pembelajaran berbasis masalah terbukti mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika sekaligus mendorong keterlibatan siswa yang lebih aktif selama proses pembelajaran (Damanik & Rahmadina, 2025; Melani et al., 2026; Solihatin et al., 2025). Pengembangan media digital berbasis QR code juga menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar, baik dari aspek validitas media maupun hasil belajar yang dicapai peserta didik (Annastasya & Fathurrahman, 2024; Kandiri et al., 2025). Selain itu, berbagai penelitian melaporkan bahwa penggunaan QR code memberikan dampak positif terhadap motivasi belajar, hasil belajar kognitif, keterampilan berpikir komputasional, serta persepsi kompetensi siswa dalam berbagai konteks pembelajaran (Abdul Rabu et al., 2019; Dong et al., 2025; Monaem & Aljarousha, 2023; Rakha, 2025). Pemanfaatan QR code juga telah berhasil

diintegrasikan ke dalam beragam bentuk media pembelajaran, seperti pop-up book, modul komik kontekstual, dan platform pembelajaran digital yang dirancang untuk meningkatkan interaktivitas serta kemandirian belajar siswa (AlNajdi, 2022; Hernando & Macías, 2023; Tukhtabayeva et al., 2024). Konsistensi temuan tersebut menunjukkan bahwa QR code memiliki potensi yang kuat sebagai media pembelajaran inovatif yang mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan efektif bagi peserta didik.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada pengembangan produk media, pengukuran validitas media, atau pengaruh QR code terhadap aspek kognitif tertentu. Studi yang secara khusus mengkaji penerapan barcode sebagai media pembelajaran matematika dalam konteks Penelitian Tindakan Kelas (PTK) di sekolah dasar masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian dilakukan pada mata pelajaran selain matematika atau pada jenjang pendidikan yang berbeda sehingga karakteristik hasilnya belum tentu sesuai dengan kondisi siswa sekolah dasar. Penelitian sebelumnya juga cenderung menilai hasil belajar sebagai indikator utama keberhasilan tanpa mengkaji secara mendalam perubahan motivasi belajar siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait bagaimana media barcode dapat digunakan secara langsung dalam pembelajaran matematika sekolah dasar untuk meningkatkan motivasi sekaligus hasil belajar siswa melalui proses tindakan yang berkelanjutan. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar perlunya penelitian lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan motivasi belajar dan hasil belajar matematika siswa kelas IV pada materi bilangan cacah melalui penerapan media pembelajaran berbasis barcode di SDN Bakalan II Kecamatan Tambakrejo Kabupaten Bojonegoro. Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi dalam memperkaya kajian mengenai integrasi teknologi sederhana berbasis barcode dalam pembelajaran matematika sekolah dasar, khususnya yang berkaitan dengan motivasi dan hasil belajar siswa. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran bagi guru dalam menciptakan pembelajaran matematika yang lebih interaktif, kolaboratif, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik di era digital. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan model pembelajaran berbasis teknologi yang mudah diterapkan pada berbagai konteks sekolah dasar dengan keterbatasan sarana dan prasarana.

METHOD

Penelitian ini menggunakan desain Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dengan pendekatan mixed methods yang mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif dalam satu rangkaian tindakan pembelajaran. Desain PTK dipilih karena penelitian bertujuan memperbaiki praktik pembelajaran secara langsung melalui penerapan media barcode pada materi bilangan cacah serta mengevaluasi dampaknya terhadap motivasi dan hasil belajar siswa. Model tindakan yang digunakan mengacu pada siklus Kemmis dan McTaggart yang meliputi tahap perencanaan (planning), pelaksanaan tindakan (action), observasi (observation), dan refleksi (reflection) pada setiap siklus penelitian (Serevina et al., 2024). Data kuantitatif digunakan untuk mengukur perubahan motivasi dan hasil belajar siswa, sedangkan data kualitatif dimanfaatkan untuk memperkuat interpretasi temuan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Penggunaan pendekatan campuran memungkinkan peneliti memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas media barcode dalam proses pembelajaran (O'Hanlon, 2018).

Penelitian dilaksanakan di kelas IV SDN Bakalan II, Kecamatan Tambakrejo, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur, pada semester ganjil tahun pelajaran 2025/2026. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada hasil identifikasi awal yang menunjukkan rendahnya motivasi dan hasil belajar matematika siswa pada materi bilangan cacah. Sebelum tindakan dilakukan, hanya 27% siswa yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 70, sedangkan tingkat perhatian dan konsentrasi siswa hanya mencapai 20% serta keaktifan belajar sebesar 47%. Penelitian berlangsung selama dua siklus tindakan, yaitu Tahap I yang dilaksanakan pada 26 November 2025 dan Tahap II pada 27 November 2025. Setiap siklus dirancang berdasarkan hasil refleksi siklus sebelumnya sehingga memungkinkan terjadinya perbaikan pembelajaran secara berkelanjutan.

Partisipan penelitian adalah seluruh siswa kelas IV SDN Bakalan II yang berjumlah 15 orang. Penelitian menggunakan teknik total sampling karena jumlah siswa relatif kecil dan seluruh anggota kelas memiliki karakteristik yang relevan dengan tujuan penelitian. Tidak terdapat kriteria eksklusi karena seluruh siswa mengikuti proses pembelajaran dan evaluasi pada setiap tahap tindakan. Pemilihan seluruh siswa sebagai partisipan bertujuan memperoleh gambaran yang utuh mengenai perubahan motivasi dan hasil belajar pada kelas yang menjadi fokus perbaikan pembelajaran. Dalam penelitian ini, guru kelas berperan sebagai peneliti sekaligus pelaksana tindakan, sebagaimana karakteristik umum penelitian tindakan kelas yang menempatkan guru sebagai agen perubahan dalam praktik pembelajaran (Yunita et al., 2018).

Instrumen penelitian terdiri atas lembar observasi motivasi belajar, tes hasil belajar, pedoman wawancara, dan dokumentasi. Lembar observasi digunakan untuk mengukur motivasi belajar siswa melalui tiga indikator utama, yaitu perhatian, konsentrasi, dan keaktifan selama proses pembelajaran berlangsung. Indikator perhatian diukur melalui keterlibatan siswa dalam memperhatikan penjelasan guru dan aktivitas pembelajaran, indikator konsentrasi diukur melalui kemampuan siswa mempertahankan fokus selama kegiatan belajar, sedangkan indikator keaktifan diukur melalui partisipasi siswa dalam diskusi kelompok, menjawab pertanyaan, dan menyelesaikan tugas yang diberikan. Tes hasil belajar berupa soal tertulis yang disusun berdasarkan capaian pembelajaran materi bilangan cacah dengan standar ketuntasan minimal sebesar 70. Pedoman wawancara digunakan untuk memperoleh informasi pendukung mengenai respons siswa terhadap penggunaan media barcode, sedangkan dokumentasi digunakan untuk merekam aktivitas pembelajaran dan mendukung proses triangulasi data.

Validitas instrumen dilakukan melalui validitas isi (content validity) dengan meminta penilaian dua ahli pendidikan matematika dan satu guru senior sekolah dasar untuk menelaah kesesuaian indikator instrumen dengan tujuan penelitian. Hasil telaah digunakan untuk memperbaiki redaksi indikator observasi maupun butir soal tes sehingga lebih representatif terhadap konstruk yang diukur. Reliabilitas instrumen observasi diperkuat melalui kesepakatan pengamatan (inter-observer agreement) antara peneliti dan guru pendamping selama proses observasi berlangsung. Sementara itu, validitas data penelitian dijaga melalui triangulasi metode dengan membandingkan hasil observasi, hasil tes, wawancara, dan dokumentasi yang diperoleh pada setiap siklus tindakan. Pendekatan triangulasi ini dilakukan untuk meningkatkan kredibilitas temuan dan meminimalkan potensi bias interpretasi data (O'Hanlon, 2018).

Proses pengumpulan data diawali dengan kegiatan pra-tindakan untuk mengidentifikasi kondisi awal motivasi dan hasil belajar siswa. Pada tahap ini dilakukan observasi pembelajaran, pengumpulan nilai awal siswa, serta identifikasi permasalahan yang muncul selama pembelajaran matematika berlangsung. Selanjutnya, pada Tahap I siswa dibagi ke dalam lima kelompok belajar yang masing-masing memiliki akses terhadap satu perangkat smartphone yang telah terpasang aplikasi pemindai barcode. Siswa memindai barcode yang ditempatkan di beberapa titik kelas untuk mengakses soal dan aktivitas pembelajaran yang telah disiapkan. Setelah menyelesaikan tugas secara berkelompok, setiap kelompok melakukan pertukaran hasil pekerjaan untuk dikoreksi bersama sebelum memperoleh umpan balik dari guru. Hasil refleksi pada Tahap I digunakan untuk menyempurnakan pelaksanaan Tahap II melalui peningkatan tingkat kesulitan soal dan penguatan aktivitas kolaboratif siswa. Seluruh proses pembelajaran didokumentasikan secara sistematis untuk mendukung analisis data.

Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa frekuensi, persentase, dan perbandingan capaian antar siklus tindakan. Persentase motivasi belajar dihitung berdasarkan jumlah siswa yang memenuhi indikator perhatian, konsentrasi, dan keaktifan dibandingkan dengan jumlah seluruh siswa. Ketuntasan hasil belajar dihitung berdasarkan persentase siswa yang mencapai nilai minimal 70 sesuai KKM sekolah. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi pra-tindakan, Tahap I, dan Tahap II untuk mengidentifikasi peningkatan yang terjadi selama penelitian (Letlora et al., 2021; Putri et al., 2022). Data kualitatif dari wawancara, observasi lapangan, dan dokumentasi dianalisis menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldana yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Integrasi hasil analisis kuantitatif dan kualitatif dilakukan pada tahap interpretasi untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas media barcode dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar matematika siswa.

Penelitian ini dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip-prinsip etika penelitian pendidikan. Persetujuan pelaksanaan penelitian diperoleh dari pihak sekolah sebelum tindakan dilakukan. Seluruh partisipan dan orang tua siswa memperoleh penjelasan mengenai tujuan dan prosedur penelitian, serta dijamin bahwa data yang diperoleh hanya digunakan untuk kepentingan akademik. Identitas siswa disamarkan pada seluruh dokumen penelitian untuk menjaga kerahasiaan dan anonimitas partisipan. Selain itu, seluruh proses pengumpulan, analisis, dan pelaporan data dilakukan secara objektif dengan menjunjung tinggi integritas akademik serta menghindari manipulasi data penelitian.

RESULTS AND DISCUSSION

Results

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap di kelas IV SDN Bakalan II pada November 2025, melibatkan 15 siswa. Data dikumpulkan dari kondisi pra-tindakan, Tahap I, dan Tahap II yang mencakup motivasi belajar dan hasil belajar matematika materi Bilangan Cacah.

Data Motivasi Belajar Siswa

Tabel 1 menyajikan data motivasi belajar siswa sebelum penerapan media barcode. Ketiga indikator motivasi (perhatian, konsentrasi, dan keaktifan) menunjukkan angka yang sangat rendah pada kondisi awal.

Tabel 1. Motivasi Belajar Siswa Sebelum Menggunakan Media Barcode

No	Indikator	Persentase (%)
1	Perhatian Siswa (3 dari 15 siswa)	20
2	Konsentrasi Siswa (3 dari 15 siswa)	20
3	Keaktifan Siswa (4 dari 15 siswa)	47

Berdasarkan Tabel 1, perhatian dan konsentrasi siswa masing-masing hanya 20%, artinya hanya 3 dari 15 siswa yang memperhatikan dan berkonsentrasi dalam pembelajaran. Keaktifan siswa sebesar 47% menunjukkan bahwa hanya 4 siswa yang aktif selama kegiatan belajar berlangsung. Kondisi ini mencerminkan rendahnya motivasi belajar matematika sebelum intervensi dilakukan. Setelah penerapan media barcode pada Tahap I, ketiga indikator motivasi mengalami peningkatan yang terlihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Motivasi Belajar Siswa Pada Tahap I

No	Indikator	Persentase (%)
1	Perhatian Siswa (7 dari 15 siswa)	47
2	Konsentrasi Siswa (7 dari 15 siswa)	47
3	Keaktifan Siswa (10 dari 15 siswa)	66

Tabel 2 menunjukkan peningkatan pada Tahap I. Perhatian dan konsentrasi siswa naik menjadi 47%, artinya sudah ada 7 siswa yang memperhatikan dan berkonsentrasi dalam pembelajaran. Keaktifan siswa meningkat menjadi 66%, dengan 10 siswa aktif dalam kegiatan belajar. Peningkatan ini menunjukkan bahwa media barcode mulai memberikan

dampak positif terhadap motivasi belajar siswa. Pada Tahap II, ketiga indikator motivasi mengalami peningkatan yang lebih signifikan sebagaimana ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Motivasi Belajar Siswa Pada Tahap II

No	Indikator	Persentase (%)
1	Perhatian Siswa (11 dari 15 siswa)	73
2	Konsentrasi Siswa (11 dari 15 siswa)	73
3	Keaktifan Siswa (13 dari 15 siswa)	87

Berdasarkan Tabel 3, perhatian dan konsentrasi siswa pada Tahap II mencapai 73%, artinya 11 dari 15 siswa sudah memperhatikan dan berkonsentrasi dalam kegiatan pembelajaran. Keaktifan siswa mencapai 87%, dengan 13 siswa aktif dalam pembelajaran. Peningkatan ini jauh lebih signifikan dibandingkan kondisi awal, membuktikan bahwa penerapan media barcode secara bertahap mampu meningkatkan motivasi belajar siswa secara konsisten.

Data Hasil Belajar Siswa

Tabel 4 menyajikan data hasil belajar siswa sebelum penerapan media barcode. Dari 15 siswa, hanya 4 siswa yang berhasil mencapai KKM sebesar 70.

Tabel 4. Hasil Belajar Siswa Sebelum Menggunakan Media Barcode

No	Nama Siswa	Nilai	Keterangan
1	ABM	60	Belum Tuntas
2	SNW	60	Belum Tuntas
3	ASF	80	Tuntas
4	AAR	80	Tuntas
5	ANA	60	Belum Tuntas
6	EAP0	60	Belum Tuntas
7	IMZZ	60	Belum Tuntas
8	JDA	40	Belum Tuntas
9	LNR	80	Tuntas
10	MNAA	60	Belum Tuntas
11	UY	40	Belum Tuntas
12	WSA	60	Belum Tuntas
13	ZLY	60	Belum Tuntas
14	ZAW	60	Belum Tuntas
15	NHK	80	Tuntas

Dari Tabel 4, hasil belajar siswa sebelum penerapan media barcode masih sangat rendah. Hanya 4 siswa (27%) yang tuntas memenuhi KKM 70, sedangkan 11 siswa (73%) belum tuntas. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional belum mampu mengoptimalkan pencapaian kompetensi minimal siswa pada materi Bilangan Cacah.

Setelah penerapan media barcode pada Tahap I, hasil belajar siswa mengalami peningkatan sebagaimana terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Belajar Siswa Pada Tahap I

No	Nama Siswa	Nilai	Keterangan
1	ABM	80	Tuntas
2	SNW	60	Belum Tuntas
3	ASF	80	Tuntas
4	AAR	80	Tuntas
5	ANA	60	Belum Tuntas
6	EAP0	60	Belum Tuntas
7	IMZZ	80	Tuntas
8	JDA	60	Belum Tuntas
9	LNR	80	Tuntas
10	MNAA	60	Belum Tuntas
11	UY	60	Belum Tuntas
12	WSA	60	Belum Tuntas
13	ZLY	60	Belum Tuntas
14	ZAW	60	Belum Tuntas
15	NHK	80	Tuntas

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada Tahap I, ketuntasan siswa meningkat menjadi 40% (6 siswa tuntas). Meskipun masih ada 9 siswa (60%) yang belum tuntas, terjadi peningkatan dari kondisi awal. Beberapa siswa yang sebelumnya belum tuntas berhasil melampaui KKM setelah menggunakan media barcode dalam pembelajaran kelompok.

Pada Tahap II, dengan peningkatan bobot soal sebagai bentuk eskalasi tindakan, hasil belajar siswa mengalami kenaikan yang sangat signifikan sebagaimana tersaji pada Tabel 6.

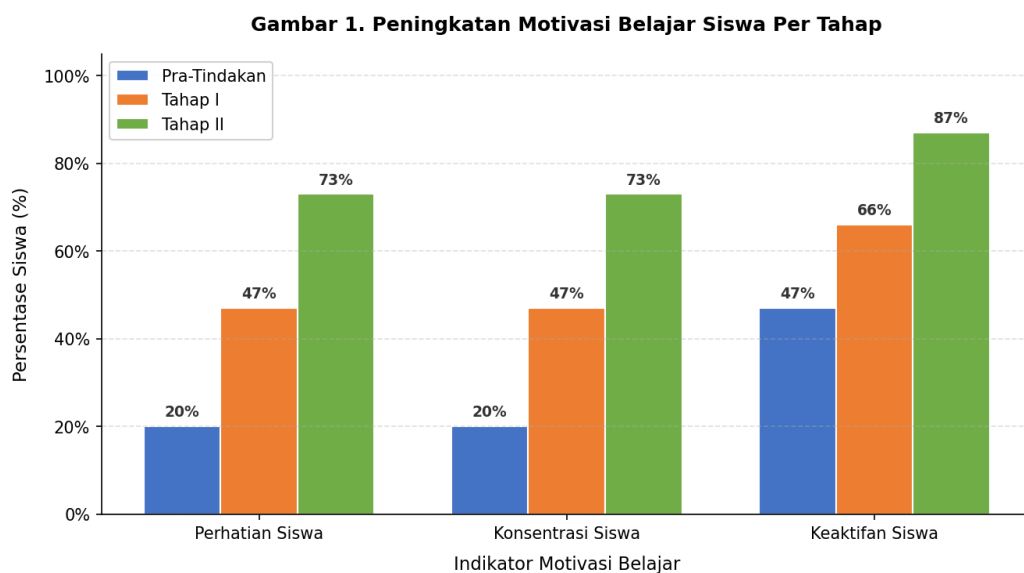
Tabel 6. Hasil Belajar Siswa Pada Tahap II

No	Nama Siswa	Nilai	Keterangan
1	ABM	80	Tuntas
2	SNW	80	Tuntas
3	ASF	80	Tuntas
4	AAR	80	Tuntas
5	ANA	60	Belum Tuntas

No	Nama Siswa	Nilai	Keterangan
6	EAP0	80	Tuntas
7	IMZZ	100	Tuntas
8	JDA	60	Belum Tuntas
9	LNR	100	Tuntas
10	MNAA	80	Tuntas
11	UY	80	Tuntas
12	WSA	80	Tuntas
13	ZLY	80	Tuntas
14	ZAW	80	Tuntas
15	NHK	80	Tuntas

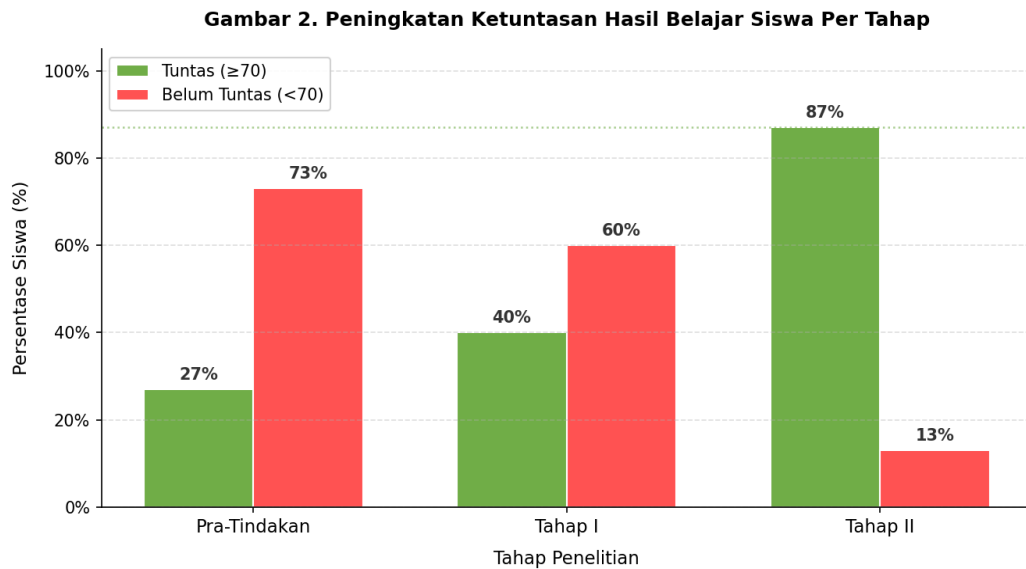
Berdasarkan Tabel 6, hasil belajar pada Tahap II menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan. Sebanyak 13 siswa (87%) dinyatakan tuntas memenuhi KKM 70, dan hanya 2 siswa (13%) yang masih belum tuntas. Dua siswa yang belum tuntas (ANA dan JDA) memperoleh nilai 60, namun secara keseluruhan capaian ketuntasan klasikal 87% ini jauh melampaui kondisi awal yang hanya 27%.

Gambar 1 menyajikan ringkasan visual perbandingan ketiga indikator motivasi belajar siswa pada setiap tahap penelitian.



Gambar 1. Peningkatan Motivasi Belajar Siswa Per Tahap

Gambar 2 menampilkan perbandingan persentase ketuntasan hasil belajar siswa dari kondisi pra-tindakan hingga Tahap II.



Gambar 2. Peningkatan Ketuntasan Hasil Belajar Siswa Per Tahap

Discussion

Temuan penelitian menunjukkan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis barcode mampu meningkatkan perhatian, konsentrasi, dan keaktifan siswa selama pembelajaran matematika. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa penggunaan teknologi digital yang dekat dengan kehidupan siswa dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan responsif terhadap kebutuhan belajar peserta didik. Dari perspektif teori motivasi belajar, media yang mampu membangkitkan rasa ingin tahu dan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan akan mendorong munculnya keterlibatan kognitif maupun perilaku siswa dalam proses pembelajaran. Dalam penelitian ini, proses pemindaian barcode untuk mengakses materi dan soal menciptakan unsur eksplorasi yang tidak ditemukan dalam pembelajaran konvensional. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pengalaman belajar siswa secara signifikan (David & Weinstein, 2023; Dunn & Kennedy, 2019; Maričić & Lavicza, 2024). Dengan demikian, efektivitas media barcode tidak hanya terletak pada aspek teknologinya, tetapi juga pada kemampuannya menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif dan bermakna.

Peningkatan perhatian dan konsentrasi siswa juga dapat dipahami melalui karakteristik media barcode yang memberikan akses cepat terhadap informasi dan aktivitas pembelajaran. Ketika siswa terlibat langsung dalam proses pemindaian dan eksplorasi materi, mereka tidak lagi menjadi penerima informasi secara pasif, melainkan berperan sebagai aktor utama dalam proses belajar. Kondisi ini mendukung pandangan konstruktivisme yang menempatkan siswa sebagai subjek yang aktif membangun pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungan belajar. Hasil penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa teknologi berbasis QR code mampu meningkatkan rasa ingin tahu, keterlibatan, dan fokus belajar peserta didik karena memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dibandingkan media tradisional (Gogoi & Gogoi, 2025; Paul & Naikar, 2024; Tu & Lee, 2025). Meskipun demikian, peningkatan yang terjadi pada penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan beberapa studi sebelumnya, yang kemungkinan dipengaruhi oleh penggunaan barcode dalam aktivitas kolaboratif dan pemecahan masalah secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas teknologi pembelajaran sangat bergantung pada desain pedagogis yang menyertainya, bukan semata-mata pada keberadaan teknologi itu sendiri.

Temuan berikutnya menunjukkan bahwa peningkatan motivasi belajar diikuti oleh peningkatan keaktifan siswa selama pembelajaran berlangsung. Hubungan ini mengonfirmasi berbagai teori motivasi yang menyatakan bahwa siswa yang memiliki motivasi lebih tinggi cenderung menunjukkan partisipasi yang lebih besar dalam aktivitas pembelajaran. Dalam konteks penelitian ini, media barcode tidak hanya berfungsi sebagai alat penyampaian materi, tetapi juga menjadi pemicu munculnya interaksi antarsiswa melalui diskusi kelompok dan penyelesaian tugas bersama. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa media

pembelajaran yang menarik dapat meningkatkan ketahanan belajar, keterlibatan emosional, dan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran (Basir et al., 2024). Selain itu, peningkatan keaktifan juga mendukung pandangan bahwa motivasi merupakan faktor mediasi yang menghubungkan kualitas pengalaman belajar dengan hasil akademik yang diperoleh siswa (Boadu & Boateng, 2024; Mayerhofer et al., 2025). Dengan kata lain, keberhasilan media barcode tidak hanya diukur dari aspek teknologi, tetapi juga dari kemampuannya mengaktifkan proses psikologis yang mendukung pembelajaran.

Peningkatan hasil belajar matematika yang terjadi setelah penerapan media barcode menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis teknologi dapat memberikan dampak yang nyata terhadap pencapaian akademik siswa sekolah dasar. Dari perspektif teori pembelajaran multimedia, penyajian informasi melalui berbagai bentuk representasi dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih efektif karena mengurangi beban kognitif yang tidak relevan. Penggunaan barcode memungkinkan siswa mengakses soal dan aktivitas belajar secara lebih terstruktur sehingga proses pembelajaran menjadi lebih terarah. Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian yang melaporkan bahwa penggunaan QR code berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar kognitif, kemampuan pemecahan masalah, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Abdul Rabu et al., 2019; Damanik & Rahmadina, 2025; Dong et al., 2025; Melani et al., 2026). Namun demikian, penelitian ini memperluas temuan sebelumnya karena menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar tidak hanya dipengaruhi oleh akses terhadap teknologi, tetapi juga oleh integrasi teknologi dengan aktivitas kolaboratif yang dirancang secara sistematis dalam pembelajaran.

Aspek menarik dari penelitian ini adalah adanya peningkatan hasil belajar meskipun tingkat kesulitan soal pada siklus kedua dibuat lebih tinggi dibandingkan siklus sebelumnya. Secara konseptual, temuan ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya mengalami peningkatan motivasi, tetapi juga mengalami perkembangan kemampuan adaptasi terhadap tantangan akademik yang lebih kompleks. Kondisi tersebut mendukung pandangan bahwa pembelajaran yang memberikan tantangan secara bertahap dapat memperkuat self-efficacy dan ketahanan belajar siswa. Dengan kata lain, media barcode berfungsi sebagai sarana yang memungkinkan guru menerapkan prinsip scaffolding secara lebih efektif. Temuan ini memperkaya hasil penelitian sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada validitas media atau peningkatan hasil belajar jangka pendek tanpa mempertimbangkan dinamika perkembangan kemampuan siswa selama proses tindakan berlangsung (Annastasya & Fathurrahman, 2024; Kandiri et al., 2025). Oleh karena itu, kontribusi penelitian ini tidak hanya bersifat praktis, tetapi juga memberikan perspektif konseptual mengenai bagaimana teknologi sederhana dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran bertahap dan berkelanjutan.

Faktor lain yang turut menjelaskan keberhasilan implementasi media barcode adalah adanya aktivitas kolaboratif yang menyertai penggunaan teknologi tersebut. Sistem kerja kelompok dan pertukaran hasil pekerjaan antarkelompok menciptakan peluang bagi siswa untuk berdiskusi, memberikan umpan balik, dan membangun pemahaman bersama. Dalam perspektif teori konstruktivisme sosial, pengetahuan terbentuk melalui interaksi sosial yang memungkinkan siswa mengembangkan pemahaman secara lebih mendalam. Oleh karena itu, peningkatan hasil belajar yang ditemukan dalam penelitian ini kemungkinan bukan semata-mata akibat penggunaan barcode, melainkan hasil interaksi antara teknologi, kolaborasi, dan desain pembelajaran yang mendukung partisipasi aktif siswa. Penjelasan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa media digital akan memberikan dampak yang lebih besar apabila dikombinasikan dengan strategi pembelajaran yang mendorong keterlibatan sosial dan kognitif peserta didik (AlNajdi, 2022; Hernando & Macías, 2023; Tukhtabayeva et al., 2024). Temuan tersebut menunjukkan bahwa efektivitas teknologi pendidikan harus dipahami sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran yang lebih luas.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan dampak yang positif, temuan ini tetap perlu diinterpretasikan secara hati-hati dengan mempertimbangkan konteks penelitian. Jumlah partisipan yang terbatas dan pelaksanaan penelitian dalam satu kelas menyebabkan generalisasi hasil menjadi relatif terbatas. Selain itu, peningkatan motivasi dan hasil belajar yang ditemukan kemungkinan juga dipengaruhi oleh faktor kebaruan (*novelty effect*), yaitu antusiasme siswa terhadap penggunaan media yang belum pernah mereka gunakan sebelumnya. Namun demikian, justru dalam konteks inilah penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap literatur yang ada. Berbeda dengan

sebagian besar penelitian terdahulu yang berfokus pada pengembangan media atau pengukuran hasil belajar semata, penelitian ini menunjukkan bagaimana media barcode dapat diimplementasikan secara langsung dalam pembelajaran matematika sekolah dasar melalui pendekatan tindakan kelas yang berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini berhasil mengisi kesenjangan literatur mengenai pemanfaatan barcode sebagai media pembelajaran matematika yang tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga memperkuat motivasi dan keterlibatan siswa secara simultan.

CONCLUSION

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis barcode efektif dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar matematika siswa kelas IV pada materi bilangan cacah di SDN Bakalan II. Peningkatan motivasi tercermin dari bertambahnya perhatian dan konsentrasi siswa dari 20% menjadi 73%, serta meningkatnya keaktifan belajar dari 47% menjadi 87% setelah pelaksanaan tindakan. Sejalan dengan itu, hasil belajar siswa juga mengalami peningkatan yang signifikan, ditunjukkan oleh kenaikan ketuntasan belajar dari 27% pada kondisi awal menjadi 87% pada tahap akhir penelitian. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan media barcode yang dipadukan dengan aktivitas pembelajaran kolaboratif mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, menarik, dan berpusat pada siswa, sehingga mendorong keterlibatan yang lebih tinggi dalam proses pembelajaran matematika. Dengan demikian, media barcode dapat menjadi alternatif inovatif yang layak diterapkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di sekolah dasar, khususnya pada materi yang memerlukan latihan dan keterlibatan aktif siswa secara berkelanjutan.

AUTHOR CONTRIBUTIONS STATEMENT

Neny Eka Yulia Pasatria berperan dalam konseptualisasi penelitian, penyusunan desain penelitian, pengumpulan data, pelaksanaan tindakan pembelajaran, analisis data, serta penyusunan draf awal naskah. Supri Wahyudi Utomo berkontribusi dalam pengembangan metodologi penelitian, supervisi pelaksanaan penelitian, validasi hasil analisis, serta peninjauan dan penyempurnaan substansi naskah. Endang Sri Maruti berperan dalam supervisi akademik, validasi instrumen penelitian, interpretasi hasil penelitian, serta penelaahan kritis dan penyuntingan akhir naskah. Seluruh penulis telah membaca, meninjau, dan menyetujui versi akhir naskah yang dipublikasikan serta bertanggung jawab atas isi artikel secara keseluruhan.

REFERENCES

- Abdul Rabu, S. N., Hussin, H., & Bervell, B. (2019). QR code utilization in a large classroom: Higher education students' initial perceptions. *Education and Information Technologies*, 24(1), 359–384. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9779-2>
- Abramovich, S., Grinshpan, A. Z., & Milligan, D. L. (2019). Teaching mathematics through concept motivation and action learning. *Education Research International*, 2019, Article 3745406. <https://doi.org/10.1155/2019/3745406>
- AlNajdi, S. M. (2022). The effectiveness of using augmented reality (AR) to enhance student performance: Using quick response (QR) codes in student textbooks in the Saudi education system. *Educational Technology Research and Development*, 70(3), 1105–1124. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10100-4>
- Annastasya, A., & Fathurrahman, M. (2024). Development of QR code-based flash card media to improve learning outcomes of grade IV students. *Studies in Learning and Teaching*, 5(2), 502–512. <https://doi.org/10.46627/silet.v5i2.457>
- Arnellis, Fauzan, A., Arnawa, I. M., & Yerizon. (2021). Analysis of high order thinking skill of students in contextual problems solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 1742(1), Article 012021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1742/1/012021>

- Basir, A., Tamjidnor, T., Suraijiah, S., Karoso, S., Saidi, S., & Sholihah, M. (2024). Enhancing Qur'an reading proficiency in madrasahs through teaching strategies. *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam*, 7(2), 373–389. <https://doi.org/10.31538/nzh.v7i2.4985>
- Boadu, S. K., & Boateng, F. O. (2024). Enhancing students' achievement in mathematics education in the 21st century through technology integration, collaborative learning, and student motivation: The mediating role of student interest. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(11), Article em2534. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15622>
- Chen, S.-Y., & Lin, S.-W. (2020). A cross-cultural study of mathematical achievement: From the perspectives of one's motivation and problem-solving style. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(6), 1149–1167. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10011-6>
- Chisunum, J. I., & Nwadiokwu, C. (2024). Enhancing student engagement through practical production and utilization of instructional materials in an educational technology class: A multifaceted approach. *NIU Journal of Educational Research*, 10(2), 81–89. <https://doi.org/10.58709/niujed.v10i2.2002>
- Damanik, A. S. H., & Rahmadina, R. (2025). Problem-based learning quartet cards development assisted by QR code: Critical thinking on environmental change. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 10(2), 462–477. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v10i2.5515>
- David, L., & Weinstein, N. (2023). Using technology to make learning fun: Technology use is best made fun and challenging to optimize intrinsic motivation and engagement. *European Journal of Psychology of Education*, 39, 1441–1463.
- Dong, Y., Ma, H., Li, H., Jing, B., & Liu, H. (2025). Effects of digital badges on pupils' computational thinking and learning motivation in computer science. *Acta Psychologica*, 254, Article 104824. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104824>
- Dunn, T. J., & Kennedy, M. (2019). Technology enhanced learning in higher education: Motivations, engagement and academic achievement. *Computers & Education*, 137, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.004>
- Durak, G., Ozkeskin, E. E., & Ataizi, M. (2016). QR codes in education and communication. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 17(2). <https://doi.org/10.17718/tojde.89156>
- Esti, I., Hersulastuti, H., Indiyah, P. A., & Kun, A. A. (2023). Portrait of education in Indonesia: Learning from PISA results 2015 to present. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(1), 321–340.
- Gogoi, A., & Gogoi, A. (2025). Student's response to QR code usage: A case study on ease and challenges (pp. 175–189). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-950-6_13
- Gradini, E., B. F. B. F., Noviani, J., & Ulya, K. (2025). Fostering higher-order thinking skills in mathematics education: Strategies, challenges, and classroom practices. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 13(2), 135–163. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v13i2.15099>
- Hernando, R., & Macías, J. A. (2023). Development of usable applications featuring QR codes for enhancing interaction and acceptance: A case study. *Behaviour & Information Technology*, 42(4), 360–378. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2021.2022209>
- Hidayati, Abidin, Z., & Ansari, B. I. (2020). Improving students' mathematical communication skills and learning interest through problem-based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1), Article 012047. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012047>
- Jailani, Retnawati, H., Rafi, I., Mahmudi, A., Arliani, E., Zulnaidi, H., Hamid, H. S. A., & Prayitno, H. J. (2023). A phenomenological study of challenges that prospective mathematics teachers face in developing mathematical problems that require higher-order thinking skills. *Eurasia*

- Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(10), Article em2339. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13631>
- Kandiri, K., Nurwahidin, M., Aransyah, A., & Purmadi, A. (2025). Development of QR-code media-based modules in constructing learning to increase learning motivation. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 10(1), 191–199. <https://doi.org/10.33394/jtp.v10i1.14577>
- Karcher, E. L., Koltes, D., Wenner, B., & Wells, J. (2022). Sparking curiosity and engagement through online curriculum. *Poultry Science*, 101(2), Article 101577. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101577>
- Limori, M., Siswanto, D. H., Shigematsu, T., & Astiwi, W. (2025). Integrating STEAM in teaching integrals: An interactive media needs analysis to enhance creative thinking. *RUKASI: Jurnal Ilmiah Perkembangan Pendidikan dan Pembelajaran*, 2(5), 220–233. <https://doi.org/10.70294/59c2b980>
- Maričić, M., & Lavicza, Z. (2024). Enhancing student engagement through emerging technology integration in STEAM learning environments. *Education and Information Technologies*, 29(17), 23361–23389. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12710-2>
- Mayerhofer, M., Lüftenegger, M., & Eichmair, M. (2025). Impact of a mathematics bridging course on the motivation and learning skills of university students. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 11(1), 55–90. <https://doi.org/10.1007/s40753-023-00224-0>
- Melani, B. Z., Hadisaputra, S., Farmasari, S., Savalas, L. R. T., Zhang, Z., Jiang, N., & Mohamed, M. N. A. B. (2026). *Proceedings of the 7th International Conference on Education and Social Sciences (ICESS 2025)*. Springer Nature.
- Moddleton, J. A. (2020). Motivation in mathematics learning. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 635–637). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_117
- Monaem, R. A. A. E., & Aljarousha, H. (2023). The effectiveness of QR code technology in developing digital game programming skills in the programming curriculum and motivation towards digital transformation among fifth grade students. *An-Najah University Journal for Research - B (Humanities)*, 38(2), 371–402. <https://doi.org/10.35552/0247.38.2.2154>
- Niyazova, G. B., Utemov, V. V., Savina, T. N., Karavanova, L. Z., Karnaukh, I. S., Zakharova, V. L., & Galimova, E. G. (2022). Classification of open mathematical problems and their role in academic achievement and motivation of students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(8), Article em2143. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12265>
- Odum, M., Meaney, K. S., & Knudson, D. V. (2021). Active learning classroom design and student engagement: An exploratory study. *Journal of Learning Spaces*, 10(1), 27–42.
- Paul, M., & Naikar, S. (2024). *Innovative use of QR codes in academic libraries: Benefits and challenges* (SSRN Scholarly Paper No. 4888374). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=4888374>
- Rakha, A. H. H. (2025). Cooperative learning with QR codes technology: Enhancing cognitive achievement and attitudes among students. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1655913>
- Rehman, N., Huang, X., & Mahmood, A. (2026). Enhancing mathematical problem-solving and 21st-century skills through PjBL: A structural equation modelling approach. *Educational Studies*, 52(4), 441–466. <https://doi.org/10.1080/03055698.2025.2514691>
- Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., AlGerafi, M. A. M., & Javed, S. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-century skills and student engagement in the math classroom. *Heliyon*, 10(23). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39988>

- Solihatin, E., Raharjo, R., Marsofiyati, M., Syarifain, R. I., Rasyid, R., & Rahman, R. (2025). Enhancing students anti-corruption awareness through a QR code-supported problem-based learning model. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 27(3), 1154–1171. <https://doi.org/10.21009/jtp.v27i3.65387>
- Szabo, Z. K., Körtesi, P., Guncaga, J., Szabo, D., & Neag, R. (2020). Examples of problem-solving strategies in mathematics education supporting the sustainability of 21st-century skills. *Sustainability*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/su122310113>
- Tanudjaya, C. P., & Doorman, L. M. (2020). Examining higher order thinking in Indonesian lower secondary mathematics classrooms. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 277–300. <https://doi.org/10.22342/jme.11.2.11000.277-300>
- Tu, H.-Y., & Lee, S. W.-Y. (2025). Curiosity, interest, and engagement: Unpacking their roles in students' learning within a virtual game environment. *Journal of Educational Computing Research*, 62(8), 1775–1799. <https://doi.org/10.1177/07356331241277904>
- Tukhtabayeva, A., Kenzhebekova, A., Utemuratova, A., Amanbekova, N., Naubay, B., & Tuzelbayeva, D. (2024). Applying augmented reality (QR-code) in English language classroom. *Procedia Computer Science*, 251, 573–578. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.11.151>
- Ullah, A., & Anwar, S. (2020). The effective use of information technology and interactive activities to improve learner engagement. *Education Sciences*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/educsci10120349>
- Yulia, Y., Kustati, M., & Afriadi, J. (2021). Mathematical literacy: A case study on Padang students' mathematical ability. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 109–120. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i1.8538>
- Yuniar, R. D., Rohati, R., & Marlina, M. (2025). A bibliometric analysis of mathematical literacy research in Indonesia based on PISA studies (2020–2025). *Journal of General Education and Humanities*, 4(4), 2297–2308. <https://doi.org/10.58421/gehu.v4i4.774>