Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif
Volume 9, No. 3, Mei 2026

ISSN 2614-221X (print)
ISSN 2614-2155 (online)

DOI 10.22460/jpmi.v9i3.31372

ALGEBRA EXPLORER JOURNEY: SOLUSI PENINGKATAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN KEAKTIFAN BELAJAR PESERTA DIDIK SMP

Naomi Juliana Hariwinarto*[1], Adi Nurjaman[2], Puji Nurfauziah[3]

[1,2,3] IKIP Siliwangi. Jl.Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Indonesia
[1]naomijuliana16@student.ikipsiliwangi.ac.id*, [2]nurjamanadi@ikipsiliwangi.ac.id,
[3]puji_fauziahahmad@ikipsiliwangi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History
Received Mar 22, 2026
Revised Apr 18, 2026
Accepted May 8, 2026

Keywords:
Algebra;
Google Sites;
Learning Activeness;
Mathematical Communication Skill;
PAIKEM GEMBROT

Corresponding Author:
Naomi Juliana Hariwinarto,
IKIP Siliwangi
Cimahi, Indonesia
naomijuliana16@student.ikipsiliwangi.ac.id

This is an open access article under the *CC BY-SA* license

ABSTRACT

This study aims to develop interactive learning media assisted by Google Sites with the PAIKEM GEMBROT approach on algebraic material for seventh-grade junior high school students, as well as to examine its feasibility, practicality, and effectiveness. The method used was Research and Development (R&D) with the ADDIE model. The research subjects consisted of 3 students in the one-to-one trial, 10 students in the small group trial, and 43 students in the extensive trial. The results showed that the media was declared very feasible based on expert validation, practical based on student responses, and the learning implementation was in the good category. The media proved effective in improving students' mathematical communication skills and learning activeness, although classical mastery remained limited. The novelty of this research is the operational integration of the seven PAIKEM GEMBROT principles into Google Sites-based media. This media can be used as an innovative alternative in junior high school mathematics learning according to the Merdeka Curriculum.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran interaktif berbantuan *Google Sites* dengan pendekatan PAIKEM GEMBROT pada materi aljabar untuk peserta didik kelas VII SMP, serta menguji kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE. Subjek penelitian terdiri dari 3 peserta didik pada uji coba *one-to-one*, 10 peserta didik pada uji coba *small group*, dan 43 peserta didik pada uji coba lapangan. Hasil penelitian menunjukkan media dinyatakan sangat layak berdasarkan validasi ahli, praktis berdasarkan respons peserta didik, dan implementasi pembelajaran berjalan dengan kategori baik. Media terbukti efektif meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan keaktifan belajar peserta didik, meskipun ketuntasan klasikal masih terbatas. Kebaruan penelitian ini adalah integrasi ketujuh prinsip PAIKEM GEMBROT secara operasional ke dalam media berbasis *Google Sites*. Media ini dapat digunakan sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran matematika SMP sesuai Kurikulum Merdeka.

How to cite:

Hariwinarto, N. J., Nurjaman, A., & Nurfauziah, P. (2026). *Algebra explorer journey*: Solusi peningkatan komunikasi matematis dan keaktifan belajar peserta didik SMP. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *9*(3), 619-640.

PENDAHULUAN

Kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan dasar matematika yang esensial dan perlu dimiliki oleh peserta didik sekolah menengah. Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan ini masih tergolong rendah. Hal ini bertentangan dengan isi SK BSKAP No. 032 Tahun 2024 yang menyatakan bahwa mata pelajaran Matematika bertujuan membekali peserta didik agar dapat mengomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain (Kementerian Pendidikan, 2024). NCTM (2000) juga menetapkan komunikasi matematis sebagai salah satu dari lima standar proses fundamental dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru matematika di salah satu SMP Negeri di Cimahi, kemampuan komunikasi matematis peserta didik tergolong masih sangat rendah. Peserta didik kesulitan mengomunikasikan ide matematis, baik secara lisan maupun tulisan, dengan hanya sebagian kecil peserta didik yang aktif bertanya atau berpendapat di kelas. Secara umum, penelitian di Cimahi mengonfirmasi bahwa capaian kemampuan komunikasi matematis berada pada kategori kurang hingga sedang (Budianti & Jubaedah, 2018; Niasih et al., 2019; Nugrawati et al., 2018).

Selain komunikasi matematis, keaktifan belajar peserta didik secara keseluruhan juga minim. Guru mengaku metode ceramah adalah pendekatan yang paling sering digunakan, sementara metode lain seperti *Problem Based Learning* (PBL) hanya diterapkan sesekali. Akibatnya, suasana kelas didominasi oleh guru, sehingga peserta didik cenderung pasif sebagai penerima informasi. Penelitian Senjayawati & Saridah (2022) membuktikan bahwa metode ceramah masih sangat dominan mengakibatkan suasana kelas tidak kondusif, tidak ada peserta didik yang berani bertanya atau memberikan tanggapan, serta hasil belajar awal yang rendah. Penelitian Moka et al. (2018) mengungkapkan bahwa keaktifan peserta didik dapat ditingkatkan secara signifikan melalui penerapan pendekatan *Reciprocal Teaching*. Nurjaman (2015) dalam penelitiannya membuktikan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *Think Pair Share* (TPS) efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik SMP, dengan rata-rata postes kemampuan komunikasi matematis kelas eksperimen (78,75%) lebih tinggi daripada kelas kontrol (70,55%).

Google Sites adalah platform gratis dari *Google* untuk membuat situs web yang dapat diakses melalui tautan. Keunggulannya dari platform ini adalah mudah digunakan, terintegrasi dengan ekosistem *Google (Forms, Drive, YouTube)*, responsif, dan kolaboratif. Secara umum, berbagai penelitian telah membuktikan bahwa *Google Sites* layak, praktis, dan efektif untuk pembelajaran matematika (Khaebibah & Pramuditya, 2026; Mufidah, 2023; Putra et al., 2022; Rahmafani & Sulistyaningrum, 2025). Sehingga, *Google Sites* dipilih karena gratis, mudah diimplementasikan dengan keterbatasan infrastruktur, dan terbukti efektif untuk pembelajaran matematika di sekolah.

Sementara itu, PAIKEM GEMBROT (Munawir, 2020) adalah pengembangan dari PAIKEM dengan tambahan unsur "Gembira" dan "Berbobot". PAIKEM GEMBROT memiliki prinsip yaitu pembelajaran yang Aktif, Inovatif, Kreatif, Efektif, Menyenangkan, Gembira, dan Berbobot. Pendekatan ini berorientasi pada budaya Indonesia yang dapat mengatasi karakteristik peserta didik yang cenderung pasif. Kemudian, pendekatan ini komprehensif karena mencakup 7 prinsip pembelajaran. Selain itu, pendekatan ini dapat digunakan secara fleksibel, berbasis kebahagiaan, dan berorientasi pada mutu. Sehingga, PAIKEM GEMBROT

dipilih karena untuk mendukung pengembangan kemampuan komunikasi matematis dan keaktifan belajar, berbeda dengan pendekatan lain yang cenderung fokus pada satu aspek saja.

Beberapa fakta yang menjadi landasan dalam penelitian ini: (1) kemampuan komunikasi matematis peserta didik SMP di Cimahi rendah; (2) keaktifan belajar yang sangat minim dengan metode ceramah yang dominan; (3) penggunaan media pembelajaran kurang inovatif dan tidak kontinu; (4) pendekatan *teacher-centered* tidak memberikan ruang bagi peserta didik; (5) perubahan ke *student-centered* terbukti menjadi solusi (Moka et al., 2018; Nurjaman, 2015; Senjayawati & Saridah, 2022).

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu dan wawancara, beberapa kesenjangan penelitian dapat diidentifikasi. Pertama, penelitian tentang *Google Sites* masih berfokus pada peningkatan pemahaman konsep dan belum banyak yang mengintegrasikan pendekatan pedagogis spesifik seperti PAIKEM GEMBROT. Kedua, penelitian tentang kemampuan komunikasi matematis dan keaktifan belajar umumnya diteliti secara terpisah. Ketiga, penelitian deskriptif di Cimahi belum diikuti dengan pengembangan produk media. Keempat, masih terbatasnya penelitian yang mengintegrasikan ketujuh prinsip PAIKEM GEMBROT ke dalam desain media berbasis *Google Sites*.

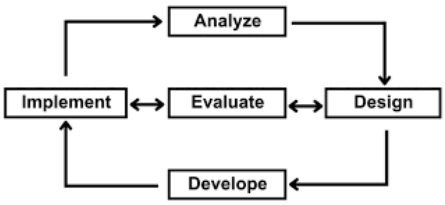
Penelitian ini didasarkan pada tiga teori utama yang menjadi fondasi pengembangan media pembelajaran interaktif. Pertama, Teori Konstruktivisme dari Piaget (1970) yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun sendiri oleh peserta didik melalui interaksi aktif dengan lingkungan, bukan sekadar diterima secara pasif dari guru. Kedua, Teori Belajar Bermakna dari Ausubel (1968) yang menekankan pentingnya mengaitkan informasi baru dengan struktur kognitif yang telah ada pada peserta didik. Ketiga, *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML) dari Mayer (2009) yang menyatakan bahwa pembelajaran multimedia efektif jika mengintegrasikan informasi verbal dan visual secara simultan untuk memanfaatkan kapasitas pemrosesan *dual-channel* otak. Selain ketiga teori tersebut, pendekatan konstruktivisme juga dapat diimplementasikan melalui model pembelajaran generatif yang memiliki tahapan orientasi, pengungkapan ide, tantangan dan restrukturisasi, penerapan, serta melihat kembali (Minarti & Nurfauziah, 2016).

Berdasarkan penelusuran literatur yang dilakukan, kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi sistematis antara *platform Google Sites* dengan pendekatan PAIKEM GEMBROT (Pembelajaran Aktif, Inovatif, Kreatif, Efektif, Menyenangkan, Gembira, dan Berbobot) Kemudian, terdapat pengujian secara simultan kemampuan komunikasi matematis dan keaktifan belajar dalam satu produk media pembelajaran. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis berupa pengayaan literatur desain pembelajaran multimedia serta kontribusi praktis berupa media pembelajaran interaktif yang valid, praktis, dan efektif. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi karakteristik media; (2) menganalisis kelayakan; (3) menguji kepraktisan; (4) mendeskripsikan implementasi; dan (5) mengukur efektivitas media dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan keaktifan belajar peserta didik SMP.

METODE

Model yang digunakan adalah ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) karena bersifat sistematis dan fleksibel (Branch, 2009). Kelima tahapan tersebut diadaptasi sesuai konteks penelitian, dengan modifikasi pada prosedur uji coba (tanpa *pilot test* terpisah karena keterbatasan waktu dan akses). Total subjek penelitian ini mencapai 108

yang terdiri dari 56 peserta didik kelas VII, 48 peserta didik kelas VIII, 2 validator ahli, dan 2 guru matematika SMP.



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE

Pada tahap *Analyze*, peneliti melakukan observasi awal di SMP untuk mengidentifikasi permasalahan dasar terkait rendahnya kemampuan komunikasi matematis dan keaktifan belajar peserta didik. Analisis kebutuhan dilakukan terhadap peserta didik mengenai media pembelajaran yang inovatif dan interaktif, serta wawancara bersama guru matematika mengenai media yang biasa digunakan. Selanjutnya, dilakukan pengkajian Kurikulum Merdeka (silabus dan dokumen kurikulum) untuk menentukan materi, capaian pembelajaran (CP), dan indikator media. Terakhir, karakteristik peserta didik SMP dianalisis berdasarkan gaya belajar, tingkat kognitif, dan kebutuhan mereka terhadap pendekatan PAIKEM GEMBROT.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis

No	Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis	Nomor Soal	Jumlah Soal
1	Menyatakan situasi matematik atau peristiwa sehari-hari ke dalam model matematika dan menyelesaikannya	1, 2	2
2	Menyatakan model matematika (gambar, ekspresi aljabar) ke dalam bahasa biasa (menyusun soal cerita)	3, 4	2
3	Memberi penjelasan terhadap model matematika dan atau pola	5	1
4	Menyusun pertanyaan terhadap situasi yang diberikan disertai alasan	6, 7	2
Total			7

Pada tahap *Design*, peneliti merancang *storyboard* dan *flowchart* media *"Algebra Explorer Journey"* dengan struktur 5 pulau dan 3 stasiun per pulau. Setiap pulau diakhiri *final mission* dengan KKM 75 untuk membuka pulau berikutnya. Selain itu terdapat penyusunan instrumen evaluasi berupa soal *pretest* dan *posttest*. Instrumen ini dirancang khusus untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VII pada materi aljabar. Kisi-kisi instrumen tersebut disusun berdasarkan indikator yang diadaptasi dari NCTM (2000), sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Pedoman Penskoran Kemampuan Komunikasi Matematis

Skor	Pedoman Penskoran Kemampuan Komunikasi Matematis
4	Memberikan solusi yang komprehensif dengan argumentasi deduktif yang logis, deskripsi yang presisi, serta penyajian representasi matematis yang tepat.
3	Memberikan solusi yang memadai dengan argumentasi logis, namun terdapat keterbatasan minor dalam kelengkapan deskripsi atau representasi matematis.
2	Memberikan progres penyelesaian yang signifikan, namun terdapat ambiguitas dalam penalaran atau deskripsi, serta representasi matematis yang kurang konsisten.
1	Respon hanya memuat elemen parsial; terdapat kegagalan dalam mengintegrasikan konsep matematis dan penjelasan sulit diinterpretasi.

0	Respon tidak relevan dengan esensi permasalahan atau tidak memuat representasi matematis yang dapat dinilai.

Untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis peserta didik dalam mengerjakan 7 soal yang diberikan pada instrumen soal, digunakan pedoman penskoran (rubrik) yang diadaptasi dari kriteria penilaian yang dikembangkan oleh Cai et al. (1996). Rubrik ini menilai kualitas respons peserta didik berdasarkan lima tingkatan, mulai dari skor 4 (respons lengkap dan jelas) hingga skor 0 (tidak ada komunikasi efektif atau jawaban sepenuhnya salah). Setiap jawaban peserta didik terhadap ketujuh soal dianalisis dan diberi skor sesuai dengan tingkat kelengkapan penjelasan, kejelasan representasi (termasuk diagram jika ada), serta kelogisan argumen yang disajikan. Adapun rincian kriteria penskoran disajikan pada Tabel 2. Pada tahap *Development*, peneliti mengembangkan media menggunakan *Google Sites* dan divalidasi oleh ahli materi, media, dan bahasa. Skala yang digunakan dalam validasi ini adalah skala Likert yang telah dimodifkasi, yaitu 1-4. Hal ini bertujuan mencegah kecenderungan jawaban aman. Terdapat empat jenis validator dengan aspek penilaian yang berbeda.

Media dinyatakan valid jika mencapai kategori minimal "Layak" (persentase ≥ 51%). Kriteria kelayakan dari Aprilyani (2021) yang telah diadaptasi terdapat dalam Tabel 3 sebagai berikut. Untuk ahli materi, aspek yang dinilai meliputi: (a) kesesuaian isi; (b) penerapan pendekatan PAIKEM GEMBROT; dan (c) struktur pembelajaran. Instrumen ahli materi terdiri atas 14 butir pernyataan. Untuk ahli media, aspek yang dinilai meliputi: (a) rekayasa perangkat lunak; (b) desain pembelajaran); dan (c) komunikasi visual. Instrumen ahli media terdiri atas 26 butir pernyataan. Untuk ahli bahasa media pembelajaran, aspek yang dinilai meliputi: (a) kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia; serta (b) komunikatif dan interaktif. Instrumen ahli bahasa media pembelajaran terdiri atas 6 butir pernyataan. Untuk ahli bahasa modul pembelajaran, aspek yaang dinilai meliputi: (a) kesesuaian kaidah bahasa; (b) kejelasan dan komunikatif; dan (c) kesesuaian dengan konteks pembelajaran. Instrumen ahli bahasa modul pembelajaran terdiri atas 14 butir pernyataan.

Tabel 3. Kriteria Kelayakan Media

Interval Persentase	Kategori Kelayakan
76% - 100%	Sangat Layak
51% - 75%	Layak
26% - 50%	Kurang Layak
0% - 25%	Sangat Kurang Layak

Setelah media divalidasi oleh para ahli dan dinyatakan layak, peneliti melanjutkan dengan uji coba *one-to-one*. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan kesalahan teknis maupun instruksional yang paling mendasar. Uji coba dilakukan kepada 3 peserta didik yang merepresentasikan kategori kemampuan rendah, sedang, dan tinggi. Instrumen yang digunakan terdiri dari 12 pernyataan dan 4 pertanyaan terbuka yang mencakup aspek: (a) kemudahan penggunaan (navigasi dan teknis); (b) kejelasan petunjuk dan materi; serta (c) keterlibatan dan kemudahan belajar.

Berdasarkan hasil data dari uji coba *one-to-one*, peneliti melakukan revisi untuk menyempurnakan media. Perbaikan mencakup aspek teknis (seperti memperjelas tombol navigasi dan memperbaiki *link* yang rusak), perbaikan kebahasaan (penyederhanaan istilah yang sulit dipahami), serta penambahan petunjuk penggunaan media agar lebih mudah dipahami oleh pengguna.

Media yang telah direvisi kemudian diujicobakan kepada 10 peserta didik. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menentukan efektivitas instruksional media yang telah diperbaiki serta memperoleh umpan balik yang lebih luas dari pengguna. Instrumen yang digunakan terdiri dari 20 pernyataan dan 3 pertanyaan terbuka yang mencakup aspek materi dan aspek media.

Setelah data uji coba *small group* diperoleh, peneliti melakukan revisi tahap kedua berdasarkan masukan dari angket dan pertanyaan terbuka. Hasil revisi ini memastikan bahwa media telah memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Setelah proses revisi selesai, media dinyatakan layak dan siap untuk diimplementasikan dalam skala yang lebih luas.

Tabel 4. Kriteria Kepraktisan Media

Interval Persentase	Kategori Kepraktisan
82% - 100%	Sangat Praktis
63% - 81%	Praktis
44% - 62%	Kurang Praktis
25% - 43%	Tidak Praktis

Penilaian tingkat kepraktisan media diperioleh melalui akumulasi data dari instrumen (1) angket respon peserta didik di uji coba *small group,* (1) angket respon peserta didik pada uji coba s*mall group*; (2) angket respon peserta didik pada uji coba lapangan, yang mencakup angket kegiatan pembelajaran dengan pendekatan paikem gembrot, angket kualitas media pembelajaran, dan angket keaktifan belajar peserta didik selama menggunakan media; serta (3) lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran selama enam pertemuan. Media dinyatakan praktis jika mencapai kategori minimal "Praktis" (persentase ≥ 63%). Kriteria kepraktisan yang digunakan mengacu pada Husein & Rusimamto (2020) telah diadaptasi, disajikan di Tabel 4.

Pada tahap *Implementation*, peneliti melaksanakan pembelajaran dengan media yang telah dikembangkan. Kegiatan meliputi: (1) pemberian *pretest*; (2) pelaksanaan pembelajaran dengan media *"Algebra Explorer Journey"* sebanyak 6 pertemuan menggunakan pendekatan PAIKEM GEMBROT; (3) observasi keterlaksanaan pembelajaran oleh observer pada setiap pertemuan; (4) observasi keaktifan belajar peserta didik oleh observer pada setiap pertemuan; (5) observasi sikap peserta didik oleh observer pada setiap pertemuan; dan (6) pemberian *posttest* setelah seluruh pertemuan selesai.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Tes Kemampuan Komunikasi Matematis

Validitas		Reabilitas		Daya Pembeda		Indeks Kesukaran		Interpretasi
Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	
0,544	Sedang	0,700	Sedang	0,250	Cukup	0,683	Sedang	Dipakai
0,709	Tinggi			0,365	Cukup	0,413	Sedang	
0,526	Sedang			0,288	Cukup	0,144	Sukar	
0,662	Sedang			0,385	Cukup	0,192	Sukar	
0,650	Sedang			0,635	Baik	0,413	Sedang	
0,644	Sedang			0,288	Cukup	0,144	Sukar	
0,485	Sedang			0,250	Cukup	0,163	Sukar	

Soal *pretest-posttest* terdiri atas 7 butir soal uraian yang dikembangkan berdasarkan indikator kemampuan komunikasi matematis sesuai dengan Tabel 1. Seluruh instrumen soal telah melalui uji validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran. Berdasarkan Tabel 4 seluruh butir soal dinyatakan layak digunakan secara utuh untuk pengambilan data pada tes kemampuan

komunikasi matematis peserta didik tanpa ada butir soal yang perlu dibuang atau diganti. (Hartono, 2015; Winarno, 2013).

Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran mengamati 6 tahap pembelajaran: pendahuluan, eksplorasi, kolaborasi, presentasi, refleksi, dan penutup. Lembar observasi keaktifan belajar digunakan untuk mengamati 7 jenis aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran, yaitu: aktivitas visual, aktivitas lisan, aktivitas mendengarkan, aktivitas menulis, aktivitas menggambar, aktivitas motorik, aktivitas mental, dan aktivitas emosional. Lembar observasi sikap peserta didik digunakan untuk mengamati tiga aspek sikap, yaitu sikap spiritual, sikap sosial (gotong royong, menghargai pendapat, komunikasi santun, tanggung jawab), dan sikap dalam belajar (teliti, percaya diri, jujur, mandiri, disiplin). Seluruh lembar observasi ini diisi oleh observer pada setiap pertemuan pembelajaran.

Pada fase *Evaluation*, peneliti melakukan evaluasi untuk menilai kualitas produk dan proses instruksional. Evaluasi mencakup tiga aspek utama. Kelayakan dinilai berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Kepraktisan dinilai berdasarkan: (a) hasil angket respon peserta didik pada uji coba *small group* (10 orang); (b) hasil angket respon peserta didik pada uji coba lapangan (43 orang) yang mencakup angket kegiatan pembelajaran (PAIKEM GEMBROT), angket media pembelajaran, dan angket keaktifan belajar; serta (c) hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran selama 6 pertemuan. Efektivitas dinilai berdasarkan peningkatan skor *pretest* ke *posttest* kemampuan komunikasi matematis menggunakan uji *N-Gain*. Selain itu, efektivitas juga didukung oleh hasil observasi keaktifan belajar yang menunjukkan peningkatan persentase keaktifan peserta didik selama 6 pertemuan.

Tabel 6. Kriteria Interpretasi *N-Gain*

Nilai N-Gain	Kategori
$g > 0{,}7$	Tinggi
$0{,}3 \leq g \leq 0{,}7$	Sedang
$g < 0{,}3$	Rendah

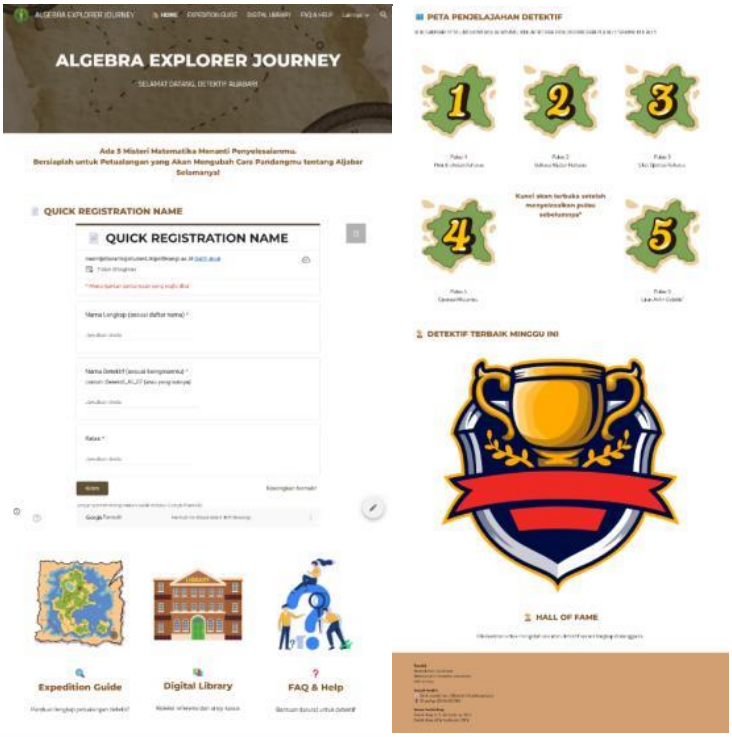
Prosedur analisis data skor *pretest* dan *posttest* dimulai dengan menggunakan *Paired Sample T-Test* (jika data berdistribusi normal) atau *Wilcoxon Signed Rank Test* (jika data tidak berdistribusi normal) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara skor sebelum dan sesudah penggunaan media. Setelah terdapat perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan perhitungan *N-Gain Score* untuk mengukur tingkat efektivitas peningkatan kemampuan komunikasi matematis. Hasil perhitungan *N-Gain* tersebut kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang dikemukakan Hendriana et al. (2021) pada Tabel 6. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Maksimal\ Ideal - Skor\ Pretest}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Media pembelajaran interaktif yang dikembangkan dalam penelitian ini diberi nama "*Algebra Explorer Journey*" pada materi Aljabar untuk peserta didik kelas VII SMP. Media dibangun menggunakan platform *Google Sites* dengan struktur navigasi sistematis dan pendekatan gamifikasi berbasis petualangan detektif.



Gambar 2. Tampilan Beranda Media *"Algebra Explorer Journey"*

Media terdiri atas 10 halaman utama yang disajikan pada Gambar 2 yaitu Beranda, Panduan Ekspedisi, Perpustakaan Digital, *FAQ* & Bantuan, Pulau 1 (Pola & Urutan Rahasia), Pulau 2 (Bahasa Aljabar Rahasia), Pulau 3 (Sifat Operasi Rahasia), Pulau 4 (Operasi Misterius), Pulau 5 (Ujian Akhir Detektif), dan *Hall of Fame*. Setiap pulau dilengkapi tiga stasiun pembelajaran dan *final mission* sebagai asesmen formatif dengan *passing grade* 75.

Integrasi prinsip PAIKEM GEMBROT diwujudkan melalui: (1) Aktif: eksplorasi mandiri dan kerjasama pada tiga stasiun per pulau; (2) Inovatif: gamifikasi (pulau misi, *reward point*, lencana, *leaderboard*); (3) Kreatif: tugas membuat soal cerita dan *flashcard* interaktif (*Quizlet*); (4) Efektif: struktur pembelajaran *briefing* → stasiun → *final mission*; (5) Menyenangkan: tampilan *colorful* dan ilustrasi menarik; (6) Gembira: *Hall of Fame* menampilkan prestasi dan sertifikat digital; (7) Berbobot: materi sesuai CP Kurikulum Merdeka dan indikator komunikasi matematis NCTM (2000).



Gambar 3. Peserta Didik Mengakses Media Melalui *Smartphone*

Dokumentasi dalam Gambar 3 memperlihatkan keterlibatan aktif peserta didik dalam mengoperasikan media *"Algebra Explorer Journey"* secara mandiri maupun kolaboratif menggunakan *smartphone* di lingkungan kelas. Aktivitas ini memberikan bukti empiris mengenai aksesibilitas media berbasis digital yang responsif. Visualisasi tersebut secara nyata mendukung penilaian aspek kepraktisan media dari segi kemudahan navigasi perangkat oleh pengguna. Selain itu, penggunaan *smartphone* ini menegaskan bahwa media pembelajaran yang

dikembangkan telah memenuhi kebutuhan peserta didik sebagai alat bantu belajar yang fleksibel dan mudah diakses.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli

No	Validator	Persentase	Kategori
1	Ahli Materi	90%	Sangat Layak
2	Ahli Media	90%	Sangat Layak
3	Ahli Bahasa (Media Pembelajaran)	92%	Sangat Layak
4	Ahli Bahasa (Modul Pembelajaran)	92%	Sangat Layak
Rata-rata		91%	Sangat Layak

Kelayakan media dinilai oleh 2 orang validator (dosen Pendidikan Matematika) yang menilai 4 bagian yaitu materi, media, dan bahasa (untuk media dan modul). Berdasarkan kriteria kelayakan dari Sugiyono (2020) dalam Aprilyani (2021), media dinyatakan layak jika mencapai persentase ≥ 51%. Adapun hasil validasi dari setiap ahli disajikan pada Tabel 7.



Gambar 4. Hasil Validasi Pengembangan Media dan Modul Pembelajaran Setiap Aspek

Gambar 4 menyajikan ringkasan hasil validasi ahli yang menunjukkan konsistensi capaian rata-rata pada rentang 90% hingga 92% dengan kategori Sangat Layak pada seluruh aspek penilaian. Validator ahli media memperoleh rata-rata 90%, ahli materi 90%, ahli bahasa untuk media 92%, dan ahli bahasa untuk modul 92%. Dengan demikian, pengembangan media dan modul pembelajaran ini dinyatakan Sangat Layak untuk digunakan dalam pembelajaran.

Tabel 8. Hasil Angket Uji Coba *One-to-One*

No	Aspek	Persentase	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan (Navigasi dan Teknis)	96%	Sangat Praktis
2	Kejelasan Petunjuk dan Materi	96%	Sangat Praktis
3	Keterlibatan dan Kemudahan Belajar	90%	Sangat Praktis
Rata-rata		94%	Sangat Praktis

Setelah dinyatakan layak oleh ahli, media diuji cobakan secara terbatas kepada 3 orang peserta didik yang mewakili kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah (*one-to-one trial*). Hasil angket *one-to-*one menunjukkan rata-rata persentase 94% dengan kategori Sangat Praktis (Husein & Rusimamto, 2020). Rincian hasil per aspek disajikan pada Tabel 8.

Tabel 9. Hasil Uji Coba *One-to-One* (Temuan dan Tindak Lanjut)

Aspek	Temuan	Tindak Lanjut
Teknis	Beberapa nomor tertimpa saat menggunakan HP	Mengoptimalkan tampilan responsif pada perangkat seluler
Bahasa	Istilah "*Hall of Fame*" membingungkan (tidak terlihat urutan poin tertinggi)	Menambahkan urutan peringkat
Saran	Perlu penegasan sejak awal untuk men-*screenshot* jawaban	Menambahkan pengingat di awal setiap stasiun

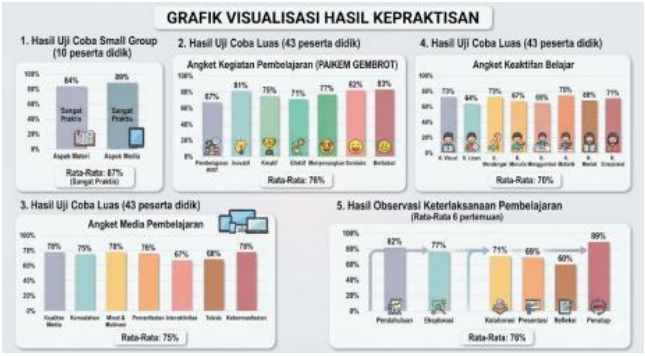
Selain data kuantitatif, dikumpulkan pula data kualitatif untuk mengidentifikasi kendala teknis, bagian yang membingungkan, serta saran perbaikan dari peserta didik selama tahap uji coba *one-to-one*. Data ini sangat krusial sebagai dasar pengambilan keputusan dalam melakukan revisi produk sebelum media diimplementasikan pada skala yang lebih luas. Berdasarkan temuan tersebut, dilakukan langkah-langkah perbaikan secara sistematis untuk meningkatkan kualitas instruksional dan teknis media *"Algebra Explorer Journey"*. Hasil temuan lapangan beserta tindak lanjut yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Kepraktisan Media

No	Sumber Kepraktisan	Jumlah	Persentase	Kategori
1	Uji Coba *Small Group* (Angket Respon)	10 peserta didik	87 %	Sangat Praktis
2	Uji Coba Lapangan - Angket Kegiatan Pembelajaran (PAIKEM GEMBROT)	43 peserta didik	76%	Praktis
3	Uji Coba Lapangan - Angket Media Pembelajaran	43 peserta didik	75%	Praktis
4	Uji Coba Lapangan - Angket Keaktifan Belajar	43 peserta didik	70%	Praktis
5	Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran (6 pertemuan)	6 kali observasi	76%	Baik*
Rata-rata			77%	Praktis

*Catatan: Observasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan kriteria Utari (2018) dengan kategori 66-79% = Baik, namun secara konsep mendukung kepraktisan media.

Setelah media selesai diperbaiki, media diuji kepraktisannya. Kepraktisan media pembelajaran interaktif *"Algebra Explorer Journey"* dinilai berdasarkan tiga sumber data utama, yaitu: (1) angket respon peserta didik pada uji coba *small group* (10 orang); (2) angket respon peserta didik pada uji coba lapangan (43 orang) yang mencakup angket kegiatan pembelajaran (PAIKEM GEMBROT), angket media pembelajaran, dan angket keaktifan belajar; serta (3) observasi keterlaksanaan pembelajaran selama 6 pertemuan.



Gambar 5. Hasil Kepraktisan dari Berbagai Sumber

Berdasarkan seluruh data yang telah dipaparkan pada Gambar 5, media "*Algebra Explorer Journey*" dinyatakan praktis dan siap digunakan dalam pembelajaran matematika pada materi aljabar. Media dinyatakan praktis karena telah mencapai 77% melebihi persentase praktis sebesar ≥ 63%.

Tabel 11. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Pert-	Pendahuluan	Eksplorasi	Kolaborasi	Presentasi	Refleksi	Penutup	Rata-Rata
1	89%	88%	94%	88%	83%	94%	89%
2	96%	94%	100%	94%	92%	94%	95%
3	71%	75%	56%	56%	50%	88%	67%
4	64%	63%	31%	38%	25%	81%	53%
5	96%	75%	94%	88%	83%	94%	89%
6	75%	69%	50%	50%	25%	81%	62%
Rata-Rata	82%	77%	71%	69%	60%	89%	76%

Selanjutnya, media diimplementasikan dalam pembelajaran selama 8 pertemuan (1 *pretest*, 6 pembelajaran, 1 *posttest*) dengan 43 peserta didik kelas VII. Berdasarkan Tabel 11, rata-rata keterlaksanaan mencapai 76% (kategori Baik), dengan capaian tertinggi pada tahap penutup (89%) dan pendahuluan (82%). Sebaliknya, tahap refleksi menjadi aspek terendah dengan capaian 60% (kategori Cukup). Merujuk pada kriteria Utari (2018), pembelajaran secara umum terlaksana dengan baik, meskipun tahap refleksi masih memerlukan peningkatan.

Tabel 12. Hasil Observasi Keaktifan Belajar Peserta Didik

Pertemuan	Aktivitas						
	Visual	Lisan	Mendengarkan	Menulis	Motorik	Mental	Emosional
1	94%	80%	92%	88%	88%	81%	88%
2	94%	85%	100%	81%	94%	88%	88%
3	63%	45%	50%	63%	69%	50%	56%
4	44%	30%	42%	38%	56%	31%	38%
5	81%	80%	92%	75%	88%	69%	69%
6	56%	40%	50%	38%	63%	38%	38%
Rata-Rata	72%	60%	71%	64%	76%	59%	63%

Berdasarkan hasil observasi keaktifan belajar peserta didik pada Tabel 12, rata-rata keaktifan belajar mencapai 66% (Cukup). Pertemuan 2 (89%) dan pertemuan 1 (87%) berhasil mencapai

kategori Sangat Tinggi. Sementara itu, pertemuan 4 menjadi sesi dengan keaktifan terendah dengan capaian 39% yang masuk dalam kategori Rendah. Penentuan kategori ini didasarkan pada kriteria keaktifan belajar menurut Arikunto (2007) dalam Agustina et al. (2023). Secara umum, pembelajaran dengan media ini mampu menstimulasi keaktifan belajar peserta didik dengan cukup baik, meskipun aktivitas pada pertemuan 4 dan 6 masih perlu ditingkatkan.

Tabel 13. Hasil Observasi Sikap Peserta Didik

Pert-	Sikap Spiritual	Sikap Sosial	Sikap Belajar	Rata-Rata
1	100%	94%	85%	90%
2	100%	94%	85%	90%
3	100%	56%	50%	58%
4	100%	38%	30%	40%
5	100%	88%	80%	85%
6	100%	44%	40%	48%
Rata-Rata	100%	69%	62%	68%

Berdasarkan Tabel 13, rata-rata sikap peserta didik mencapai 68% (kategori Cukup). Aspek sikap spiritual konsisten mencapai 100% (Sangat Tinggi), sementara pertemuan 4 menjadi capaian terendah sebesar 40% (Rendah) akibat penurunan aspek sikap belajar menjadi 30% (Sangat Rendah). Secara umum, perkembangan sikap peserta didik tergolong baik, namun kedisiplinan sikap belajar pada pertemuan 4 dan 6 masih memerlukan optimalisasi.

Tabel 14. Statistik *Pretest* dan *Posttest* Kemampuan Komunikasi Matematis

Statistik	*Pretest*	*Posttest*
Rata-rata	20,60	72,76
Standar Deviasi	24,91	20,50
Nilai Tertinggi	92,86	100,00
Nilai Terendah	0,00	46,43

Salah satu indikator efektivitas media adalah peningkatan kemampuan komunikasi matematis. Berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* pada Tabel 14, rata-rata nilai *pretest* peserta didik adalah 20,60 meningkat menjadi 72,76 pada *posttest*. Peningkatan rata-rata sebesar 52,16 poin mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis setelah menggunakan media.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai Pretest	,233	43	<,001	,813	43	<,001
Nilai Posttest	,226	43	<,001	,824	43	<,001

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 6. Hasil Uji Normalitas

Uji normalitas data *pretest* dan *posttest* dilakukan dengan metode *Shapiro-Wilk* pada taraf signifikansi 0,05 karena jumlah sampel kurang dari 50 (n=43). Hasil uji pada Gambar 6 menunjukkan nilai signifikansi < 0,001 untuk kedua data, sehingga data dinyatakan tidak

berdistribusi normal (Sig. < 0,05). Konsekuensinya, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji statistik non-parametrik, yaitu *Wilcoxon Signed Ranks Test*.

Test Statistics[a]

	Nilai Posttest - Nilai Pretest
Z	-5,724[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Gambar 7. Hasil Uji *Wilcoxon Signed Ranks Test*

Karena data berdistribusi tidak normal, maka dilakukan uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* untuk mengetahui perbedaan kemampuan komunikasi matematis sebelum dan sesudah penggunaan media *Algebra Explorer Journey*. Hasil uji menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar < 0,001. Karena nilai signifikansi < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan komunikasi matematis peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan media "*Algebra Explorer Journey*".

Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kemampuan komunikasi matematis peserta didik, dilakukan perhitungan skor *N-Gain* sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre}}{SMI - \bar{x}_{pre}} = \frac{72{,}76 - 20{,}60}{100 - 20{,}60} = \frac{52{,}16}{79{,}40} = 0{,}657$$

Nilai N-Gain sebesar 0,657 berada dalam rentang $0{,}3 \leq g \leq 0{,}7$, yang dikategorikan sebagai kategori "Sedang". Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media "*Algebra Explorer Journey"* memberikan pengaruh yang cukup efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik.

Tabel 15. Perbandingan Ketuntasan Belajar

No	Indikator	Rata-Rata *Pretest*	Rata-Rata *Posttest*	N-Gain	Interpretasi
1	Menyatakan situasi matematik atau peristiwa sehari-hari ke dalam model matematika dan menyelesaikannya	6,674	2,488	0,630	Sedang
2	Menyatakan model matematika (gambar, ekspresi aljabar) ke dalam bahasa biasa (menyusun soal cerita)	5,512	1,163	0,634	Sedang
3	Memberi penjelasan terhadap model matematika dan atau pola	3,372	0,674	0,800	Tinggi
4	Menyusun pertanyaan terhadap situasi yang diberikan disertai alasan	4,814	1,442	0,422	Sedang

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis peserta didik ditinjau berdasarkan empat indikator utama yang disajikan dalam Tabel 15. Berdasarkan Tabel 15, terlihat bahwa seluruh indikator kemampuan komunikasi matematis mengalami peningkatan dengan nilai N-Gain yang bervariasi. Indikator ketiga ("Memberi penjelasan terhadap model matematika dan atau pola") menunjukkan peningkatan tertinggi dengan kategori "Tinggi" (0,800), sementara

indikator keempat ("Menyusun pertanyaan terhadap situasi yang diberikan disertai alasan") menunjukkan peningkatan terendah dengan kategori "Sedang" (0,422).

Tabel 16. Perbandingan Ketuntasan Belajar

Keterangan	*Pretest*	*Posttest*
Jumlah peserta didik tuntas (nilai ≥ 75)	3 peserta didik	24 peserta didik
Persentase ketuntasan klasikal	6,98%	55,81%
Rata-rata nilai	20,60	72,76
Selisih rata-rata dengan KKM	-54,40	-2,24

Selain melihat peningkatan per indikator, efektivitas media juga diukur berdasarkan ketuntasan klasikal peserta didik dengan KKM sebesar 75. Berdasarkan Tabel 16, ketuntasan klasikal peserta didik masih berada di bawah KKM (55,81% < 75%). Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan media "*Algebra Explorer Journey"* efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis, namun memerlukan pendampingan lebih lanjut atau durasi penggunaan yang lebih intensif agar seluruh peserta didik dapat mencapai kriteria ketuntasan secara penuh.

Tabel 17. Hasil Observasi Keaktifan Belajar Peserta Didik

Pertemuuan	Persentase Keaktifan	Kategori
1	87%	Sangat Tinggi
2	89%	Sangat Tinggi
3	56%	Cukup
4	39%	Rendah
5	79%	Tinggi
6	46%	Rendah
Rata-Rata	66%	Cukup

Efektivitas pembelajaran tidak hanya diukur dari hasil belajar, tetapi juga dari efektivitas proses yang dilihat melalui keaktifan peserta didik selama enam pertemuan. Tabel 17 menyajikan hasil observasi keaktifan belajar peserta didik dari pertemuan 1 hingga 6. Terdapat pola fluktuatif yang signifikan: pertemuan 1-2 mencapai kategori sangat tinggi (>85%), kemudian menurun drastis pada pertemuan 3-4 (56% menjadi 39%), meningkat kembali pada pertemuan 5 (79%), dan menurun lagi pada pertemuan 6 (46%). Sehingga, media dinyatakan efektif dalam meningkatkan keaktifan belajar peserta didik.

Pembahasan

Karakteristik utama media *Algebra Explorer Journey* terletak pada integrasi sistematis antara platform *Google Sites* dengan ketujuh prinsip PAIKEM GEMBROT. Kebaruan penelitian ini tidak hanya terletak pada penggunaan *Google Sites* sebagai platform, tetapi pada bagaimana ketujuh prinsip tersebut dioperasionalkan secara konkret dalam desain media. Berbeda dengan penelitian Khaebibah & Pramuditya (2026) dan Putra et al. (2022) yang hanya memanfaatkan *Google Sites* sebagai media penyampaian konten, penelitian ini menghadirkan: (1) struktur lima pulau dengan sistem stasiun berjenjang yang mencerminkan prinsip "Aktif" dan "Efektif"; (2) gamifikasi (*reward point*, lencana, *Hall of Fame*) yang mewujudkan prinsip "Inovatif", "Menyenangkan", dan "Gembira"; (3) *Digital Library* dan *FAQ & Help* yang mengakomodasi prinsip "Berbobot" melalui pengakomodasian perbedaan kecepatan belajar.

Struktur tiga stasiun mencerminkan penerapan teori konstruktivisme Piaget (1970) yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun sendiri oleh peserta didik melalui interaksi aktif dengan lingkungan, serta teori belajar bermakna Ausubel (1968) yang menekankan pentingnya mengaitkan informasi baru dengan struktur kognitif yang telah ada. Tahap refleksi dalam penelitian ini memberi kesempatan peserta didik untuk mengevaluasi kelemahan konsep. Namun, rendahnya tahap refleksi mengindikasikan bahwa implementasi model generatif belum optimal, karena keterbatasan waktu dan kurangnya pembiasaan refleksi mendalam.

Gamifikasi dalam media ini berfungsi sebagai jembatan antara dunia digital yang akrab bagi peserta didik dengan tuntutan akademik kurikulum. Hamari et al. (2014) menyimpulkan bahwa gamifikasi terbukti memberikan efek positif terhadap motivasi intrinsik, keterlibatan pengguna, serta ketekunan dalam menyelesaikan tugas, meskipun efektivitasnya sangat bergantung pada konteks implementasi dan karakteristik pengguna. Dalam penelitian ini, peserta didik melaporkan bahwa sistem *reward* memberikan motivasi untuk menyelesaikan *final mission*. Hal ini menjadi indikasi bahwa prinsip "Menyenangkan" dan "Gembira" benar-benar terwujud. Temuan ini sejalan dengan Jendra et al. (2024) yang melaporkan bahwa media berbasis *Google Sites* mampu meningkatkan keaktifan peserta didik.

Seluruh validator menyatakan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas yang sangat valid pada dimensi materi, media, dan bahasa. Hasil ini menunjukkan kualitas yang lebih kompetitif jika disandingkan dengan temuan Rahmafani & Sulistyaningrum (2025) serta menunjukkan konnsistensi kualitas yang sebanding dengan penelitian Khaebibah & Pramuditya (2026). Hal tersebut menegaskan bahwa platform *Google Sites* merupakan instrumen yang sangat layak untuk memfasilitasi materi matematika di berbagai jenjang pendidikan.

Validasi ahli materi menunjukkan keunggulan pada aspek struktur pembelajaran. Desain alur pembelajaran yaitu *briefing* → stasiun → *final mission* dinilai sangat selaras dengan perkembangan kognitif peserta didik dalam transisi pemahaman aljabar, dari konsep pola bilangan yang konkret menuju manipulasi simbol yang abstrak. Namun, validator memberikan masukan kritis terkait penerapan prinsip PAIKEM GEMBROT, khususnya pada aspek "Berbobot". Terdapat catatan bahwa muatan materi pada beberapa stasiun dirasa terlalu padat, sehingga peneliti perlu melakukan optimalisasi dalam mengelola beban kognitif peserta didik agar aktivitas belajar tetap efektif.

Validasi ahli media menunjukkan keunggulan pada aspek komunikasi visual. Kualitas tata letak, pemilihan palet warna, tipografi, dan ilustrasi dinilai sangat menarik sehingga mampu meningkatkan daya tarik audiens. Dari sisi rekayasa perangkat lunak, platform ini terbukti *reliable*, *reusable*, dan kompatibel di berbagai perangkat seperti *smartphone* dan laptop, sesuai dengan kriteria yang diuraikan oleh Mufidah (2023) dan Putri (2023).

Validasi bahasa mengonfirmasi bahwa baik media maupun modul pembelajaran telah memenuhi kaidah EYD serta memiliki ketepatan tata bahasa yang baik untuk menghindari penafsiran ganda. Penggunaan narasi bertema detektif diakui sebagai keunggulan karena mampu membangun keterikatan emosional (*engagement*) dan motivasi peserta didik. Hal ini membuktikan bahwa bahasa berfungsi sebagai alat komunikasi, serta alat motivasi dan pembangun *engagement*.

Kepraktisan media pembelajaran, yang dinilai berdasarkan rekapitulasi berbagai sumber data, berada dalam kategori praktis. Analisis menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang

memengaruhi tingkat kepraktisan tersebut. Pertama, perbedaan intensitas pendampingan menjadi faktor utama; pada tahap uji coba *small group*, setiap peserta didik mendapatkan bimbingan teknis secara intensif sehingga memperoleh hasil sangat praktis. Sebaliknya, pada tahap uji coba lapangan, intensitas pendampingan guru yang terbatas mengakibatkan penurunan skor pada angket respon peserta didik, meskipun tetap berada pada kategori praktis.

Kedua, keterbatasan infrastruktur teknologi yang dimiliki peserta didik turut memengaruhi kepraktisan. Beberapa peserta didik melaporkan kendala teknis, seperti durasi pemuatan konten yang lambat serta kesulitan dalam menavigasi antarmuka media. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat kepraktisan media tidak hanya ditentukan oleh desain instruksional, tetapi juga oleh kesiapan perangkat keras dan jaringan pengguna. Ketiga, aspek keaktifan belajar memperoleh capaian terendah dibandingkan instrumen kepraktisan lainnya, yang mencerminkan bahwa peserta didik masih memerlukan adaptasi untuk mengaktifkan diri secara mandiri dalam proses pembelajaran.

Temuan ini sejalan dengan Islanda & Darmawan (2023) yang mengembangkan media *Google Sites*. Meskipun penelitian tersebut melaporkan tingkat validitas, efektivitas, dan efisiensi yang tinggi, namun terdapat kendala teknis serta keterbatasan akses menjadi faktor penghambat utama dalam implementasi media pada skala yang lebih luas. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan beban kognitif dan optimalisasi teknis sangat krusial untuk memastikan keberhasilan penggunaan media dalam skala kelas yang lebih besar.

Implementasi media selama delapan pertemuan di kelas VII menunjukkan fluktuasi keaktifan peserta didik yang signifikan. Pada pertemuan awal, tingkat keaktifan berada pada kategori sangat tinggi yang didorong oleh penyampaian materi yang masih bersifat konkret serta antusiasme terhadap penggunaan media baru. Namun, pada pertemuan ketiga dan keempat, terjadi penurunan drastis pada aspek keaktifan yang dipicu oleh dua faktor utama: tingginya beban kognitif intrinsik pada materi sifat operasi aljabar, serta kondisi pembelajaran yang dilaksanakan di luar sekolah yang membatasi pengawasan langsung dari pendidik.

Setelah guru memberikan bimbingan intensif pada pertemuan kelima, tingkat keaktifan kembali meningkat secara signifikan. Meskipun demikian, pada pertemuan keenam, keaktifan kembali menurun karena materi perkalian dan pembagian aljabar dinilai sebagai bagian tersulit oleh peserta didik. Pola fluktuasi ini menegaskan bahwa media interaktif tidak dapat menggantikan peran guru sepenuhnya, terutama pada penyampaian materi abstrak yang memerlukan umpan balik secara langsung (*real-time*).

Hal ini sejalan dengan temuan Waryana (2021) mengenai penerapan model *Flipped Classroom* berbantuan *Google Sites*, yang menunjukkan bahwa keaktifan peserta didik mengalami peningkatan signifikan seiring dengan pemberian pendampingan intensif oleh pendidik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran tidak dapat berdiri sendiri tanpa peran aktif guru sebagai fasilitator, terutama saat pembelajaran dilakukan secara mandiri atau di luar lingkungan sekolah untuk menjembatani pemahaman konsep yang kompleks.

Tahap refleksi secara konsisten menjadi aspek dengan capaian terendah dalam setiap pertemuan. Sering kali, tahap ini terabaikan atau dilakukan secara terburu-buru karena keterbatasan waktu di akhir sesi pembelajaran. Padahal, refleksi merupakan tahapan krusial bagi peserta didik untuk mengartikulasikan pemahaman mereka sebagai bagian dari indikator komunikasi matematis, sekaligus menjadi momen penting bagi guru untuk mengidentifikasi potensi miskonsepsi secara dini. Ketidakterlaksanaan refleksi yang mendalam ini berdampak

langsung pada rendahnya keterlibatan peserta didik, baik dalam bentuk aktivitas lisan maupun aktivitas mental selama proses pembelajaran.

Media pembelajaran terbukti efektif secara statistik dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Peningkatan yang terjadi cukup signifikan apabila ditinjau dari kondisi awal peserta didik yang tergolong rendah. Keberhasilan ini didorong oleh dua faktor utama: visualisasi materi yang abstrak menjadi konkret melalui komponen interaktif, serta aktivitas kolaborasi berpasangan yang mendorong peserta didik menjelaskan ide dengan bahasa yang lebih sederhana. Prinsip ini sejalan dengan teori CTML Mayer (2009) serta teori *cognitive load* Sweller (1988), yaitu pemrosesan informasi verbal dan visual secara simultan mengurangi beban kognitif eksternal. Temuan ini juga selaras dengan penelitian Nurjaman (2015) mengenai pembelajaran kooperatif serta Hakim et al. (2024) mengenai model *discovery learning*, di mana integrasi pendekatan PAIKEM GEMBROT dalam penelitian ini memberikan kontribusi lebih komprehensif terhadap peningkatan kemampuan peserta didik.

Meskipun menunjukkan peningkatan, ketuntasan belajar klasikal belum mencapai kriteria ketuntasan minimal. Analisis menunjukkan bahwa kendala utama terletak pada kesulitan literasi bacaan peserta didik serta tingginya tingkat kecemasan matematika (*math anxiety*). Hal ini berbeda dengan temuan Muslimah et al. (2023) serta Rahmafani & Sulistyaningrum (2025) yang melaporkan ketuntasan klasikal yang lebih tinggi, kemungkinan besar karena perbedaan latar belakang kemampuan awal peserta didik serta kesiapan infrastruktur teknologi yang tersedia. Selain itu Robiah & Nuraeni (2023) mengkonfirmasi bahwa kepercayaan diri memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan komunikasi matematis, sementara Sarah et al. (2025) menekankan pentingnya aktivitas interaktif yang lebih intensif untuk memaksimalkan capaian pembelajaran.

Tingkat keaktifan belajar peserta didik berada pada kategori cukup dengan pola yang fluktuatif. Terdapat kesenjangan yang kontras antara aktivitas motorik yang tinggi—seperti mengklik dan menavigasi antarmuka—dengan aktivitas lisan dan mental yang masih rendah. Aktivitas motorik tersebut cenderung menjadi respons otomatis yang memerlukan upaya kognitif minimal. Sebaliknya, aktivitas lisan dan mental yang rendah dipengaruhi oleh faktor budaya seperti rasa malu dan takut salah, serta kurangnya pembiasaan sejak dini. Hal ini menunjukkan bahwa desain media interaktif tidak cukup hanya mendorong keterlibatan fisik; diperlukan mekanisme yang memaksa pemrosesan kognitif mendalam, seperti pertanyaan reflektif terbuka.

Temuan mengenai rendahnya aktivitas mental ini sejalan dengan Kurnia et al. (2018) yang mencatat kesulitan peserta didik dalam menganalisis soal dan merencanakan strategi. Hubungan positif antara keaktifan belajar dan hasil belajar juga dikuatkan oleh Savriani (2020) serta Saputro et al. (2017). Penelitian ini menemukan hubungan timbal balik antara kedua variabel. Peserta didik dengan keaktifan mental tinggi cenderung memiliki skor komunikasi matematis lebih baik, karena aktivitas mental (menganalisis, mengevaluasi) merupakan prasyarat untuk mengomunikasikan ide secara logis. Sebaliknya, peserta didik dengan keaktifan lisan rendah cenderung kesulitan mempresentasikan hasil kerja dan menjelaskan alur pemikiran.

Secara teoretis, keterkaitan antara aktivitas mental dan komunikasi ide logis ini selaras dengan teori Vygotsky (1980) tentang *zone of proximal development* bahwa komunikasi terjadi dalam interaksi sosial (diskusi, presentasi), dan interaksi tersebut mendorong perkembangan kognitif. Media *Google Sites* dengan fitur kolaborasinya menjadi fasilitator yang menghubungkan

keaktifan belajar dengan pengembangan kemampuan komunikasi matematis. Namun, efektivitas hubungan ini sangat bergantung pada kualitas interaksi yang difasilitasi guru.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, desain *one group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol membatasi kemampuan menarik kesimpulan kausal yang kuat; peningkatan yang terjadi mungkin dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kematangan peserta didik atau efek praktik. Kedua, uji coba lapangan hanya pada satu sekolah dengan karakteristik peserta didik tertentu (akses teknologi terbatas), sehingga generalisasi ke populasi yang lebih luas perlu dilakukan dengan hati-hati. Ketiga, ketidakstabilan teknis media dan kurangnya umpan balik otomatis dari media dapat membatasi pengalaman belajar optimal. Keempat, aktivitas lisan dan mental yang rendah mengindikasikan bahwa media belum dilengkapi fitur yang secara khusus mendorong diskusi lisan atau refleksi mental mendalam. Kelima, penelitian ini tidak mengukur kemampuan menyimpan, mengingat, dan memanggil informasi dari memori jangka waktu yang sangat lama.

Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur desain pembelajaran multimedia dengan mengintegrasikan tiga teori utama (konstruktivisme, belajar bermakna, CTML) ke dalam kerangka TPACK yang dikontekstualisasikan dengan budaya Indonesia. Kebaruan teoretisnya adalah demonstrasi bahwa gamifikasi tidak cukup sebagai elemen hiburan, tetapi harus diintegrasikan dengan prinsip pedagogis yang jelas (PAIKEM GEMBROT) agar efektif meningkatkan hasil belajar.

Secara praktis, media ini dapat digunakan guru sebagai alternatif inovatif yang sesuai Kurikulum Merdeka. Namun, implementasi yang efektif memerlukan: (1) pendampingan intensif pada materi abstrak, (2) pembiasaan refleksi mendalam, (3) strategi khusus untuk meningkatkan aktivitas lisan dan mental, serta (4) kesiapan infrastruktur teknologi yang memadai.

KESIMPULAN

Pengembangan media *Algebra Explorer Journey* berbasis *Google Sites* telah berhasil mengintegrasikan tujuh prinsip PAIKEM GEMBROT ke dalam desain instruksional yang terstruktur melalui lima pulau tematik, setiap stasiun pembelajaran, hingga misi akhir yang didukung dengan fitur pelengkap. Media ini telah memenuhi standar kelayakan yang sangat valid dari aspek materi, media, dan bahasa, serta menunjukkan kepraktisan yang baik bagi peserta didik. Implementasi media dalam pembelajaran secara umum terlaksana dengan baik, kendati terdapat kendala pada keterlaksanaan tahap refleksi yang belum optimal. Penggunaan media ini terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik, meskipun ketuntasan belajar klasikal belum mencapai target maksimal karena pengaruh literasi dasar dan faktor afektif peserta didik. Tingkat keaktifan peserta didik secara keseluruhan berada pada kategori cukup, dengan catatan penting mengenai adanya kesenjangan antara aktivitas motorik yang dominan dibandingkan dengan aktivitas lisan dan mental yang masih memerlukan dorongan lebih lanjut. Secara teoretis dan praktis, media ini merupakan alternatif inovatif yang selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka, namun efektivitasnya sangat bergantung pada pendampingan intensif guru, terutama dalam memfasilitasi materi abstrak, serta ketersediaan infrastruktur teknologi yang memadai. Untuk pengembangan lebih lanjut, peneliti selanjutnya disarankan untuk meningkatkan stabilitas teknis pada platform *Google Sites* agar lebih tangguh dalam mengakomodasi akses banyak pengguna secara bersamaan. Selain itu, integrasi fitur perekam suara perlu dipertimbangkan untuk memfasilitasi aktivitas lisan peserta didik yang masih rendah. Mengingat adanya variasi dalam tingkat ketuntasan

belajar, disarankan agar uji coba dilakukan pada materi serta jenjang pendidikan yang berbeda untuk memperluas generalisasi hasil penelitian. Terakhir, peneliti selanjutnya wajib memastikan kesiapan infrastruktur teknologi serta melakukan mitigasi kendala teknis secara lebih mendalam sebelum melakukan implementasi pada skala yang lebih luas guna memastikan pengalaman belajar yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kepala Sekolah, guru matematika, dan peserta didik di salah satu SMP Negeri di Cimahi yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para validator ahli yang telah memberikan masukan berharga. Penelitian ini didanai secara mandiri oleh peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, S. D., Musfirah, M., & Reski, D. P. (2023). Peningkatan keaktifan belajar siswa melalui model pembelajaran problem based learning kelas VI SDN 1 Kaliguwo. *Pinisi Journal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *3*(2), 581–587. https://doi.org/10.70713/pjp.v3i2.30605

Aprilyani, K. (2021). *Pengembangan aplikasi pembelajaran interaktif berbasis Android sebagai media pembelajaran daring guna meningkatkan minat belajar siswa di SMK* [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI)]. https://repository.upi.edu/65586/4/S_TA_1700672_Chapter3.pdf

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view* (1st ed., Vol. 1). Holt, Rinehart and Winston. https://dn711305.ca.archive.org/0/items/in.ernet.dli.2015.112045/2015.112045.Education-Psychology-A-Cognitive-View.pdf

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Budianti, A., & Jubaedah, D. S. (2018). Analisis kemampuan komunikasi matematik siswa di SMPN 10 Cimahi pada materi lingkaran. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *2*(2), 20–28. https://doi.org/10.31004/cendekia.v2i2.48

Cai, J., Jakabcsin, M. S., & Lane, S. (1996). Assessing students' mathematical communication. *School Science and Mathematics*, *96*(5), 238–246. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1996.tb10235.x

Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377

Hartono. (2015). *Analisis item instrumen* (S. Yeli, Ed.; 1st ed.). Zanafa Publishing.

Hendriana, H., Rohaeti, E. E., & Sumarmo, U. (2021). *Hard skills dan soft skills matematik siswa* (N. F. Atif, S. N. Y., & S. Ferdianto, Eds.; 3rd ed., Vol. 1). PT Refika Aditama.

Husein, I. M. M. S., & Rusimamto, P. W. (2020). Pengembangan trainer smart traffic light berbasis mikrokontroller arduino pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram di SMK Negeri 1 Cerme. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *9*(1), 105–111. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-elektro/article/view/30819

Islanda, E., & Darmawan, D. (2023). Pengembangan Google Sites sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan prestasi belajar siswa. *TEKNODIK*, *27*(1), 51–62. https://doi.org/10.32550/teknodik.vi.991

Jendra, C., Rahayu, W. P., & Wardhana, E. T. D. R. W. (2024). Pengembangan media pembelajaran berbasis Google Sites untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar siswa (Pada mata pelajaran administrasi transaksi kelas XI BDP SMK Islam Batu). *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, *4*(3). https://doi.org/10.17977/um067v4i32024p2

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2024). *Capaian pembelajaran pada pendidikan anak usia dini, jenjang pendidikan dasar, dan jenjang pendidikan menengah pada Kurikulum Merdeka* (032). https://uploads.belajar.id/document/files/Kepka_BSKAP_Nomor_032-2024_Tentang_Capaian_Pembelajaran_pada_Pendidikan_Anak_Usia_Dini%2C_Jenjang_Pendidikan_Dasar_dan_Jenjang_Pendidikan_Menengah_pada_Kurikulum_Merdeka_01j0qf4dzz8dfwzqtpfkkbyzv7.pdf

Khaebibah, J. F., & Pramuditya, S. A. (2026). Pemanfaatan Google Sites sebagai media pembelajaran digital interaktif dalam pembelajaran matematika: Studi kasus di sekolah menengah atas. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, *6*(1), 1–11. https://doi.org/10.47709/jpsk.v6i01.7735

Kurnia, H. I., Royani, Y., Hendriana, H., & Nurfauziah, P. (2018). Analisis kemampuan komunikasi matematik siswa SMP di tinjau dari resiliensi matematik. *JPMI - Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *1*(5), 933–940. https://journal.ikipsiliwangi.ac.id/index.php/jpmi/article/view/1597/288

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678

Minarti, E. D., & Nurfauziah, P. (2016). Pendekatan konstruktivisme dengan model pembelajaran generatif guna meningkatkan kemampuan komunikasi dan koneksi matematis serta self efficacy mahasiswa calon guru di kota Cimahi. *Jurnal Ilmiah UPT P2M STKIP Siliwangi*, *3*(2), 68–83. https://e-journal.stkipsiliwangi.ac.id/index.php/p2m/article/view/629

Moka, S., Hendriana, H., & Afrilianto, M. (2018). Kemampuan representasi matematik siswa kelas IX MTs pada materi bangun ruang sisi lengkung dengan penerapan pendekatan reciprocal teaching. *JPMI - Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *1*(3), 259–268. https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i3.259-268

Mufidah, H. (2023). *Pengembangan modul elektronik (E-modul) matematika berbasis Google Sites untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis tulis siswa* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember]. https://digilib.uinkhas.ac.id/24633/

Munawir, H. (2020). *Strategi pembelajaran gembira dan berbobot*. Kanzum Books. http://repository.uinsa.ac.id/2585/1/Munawir_Strategi%20Pembelajaran%20Gembira%20dan%20Berbobot.pdf

Muslimah, N. A., Nurazizah, D., & Ferdianto, F. (2023). Analisis media pembelajaran berbasis Google Sites untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi teorema Pythagoras. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNPM) V*, *5*, 184–194. https://repo.ugj.ac.id/file/mahasiswa/202007666.pdf

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics* (2nd ed., Vol. 1). https://www.scribd.com/document/651210204/NCTM-Principles-and-Standards-for-School-Mathematics-2000#content=query:communication,pageNum:87,indexOnPage:7,bestMatch:false

Niasih, Romlah, S., & Zhanty, L. S. (2019). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa SMP di kota Cimahi pada materi statistika. *Journal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *3*(2), 266–277. https://j-

cup.org/index.php/cendekia/article/download/107/82/

Nugrawati, U., Nuryakin, N., & Afrilianto, M. (2018). Analisis kesulitan belajar pada kemampuan komunikasi matematis siswa MTs dengan materi segitiga dan segiempat. *IndoMath: Indonesia Mathematics Education*, *1*(2), 63–68. https://doi.org/10.30738/indomath.v1i2.2543

Nurjaman, A. (2015). Meningkatkan kemampuan komunikasi matematik siswa SMP melalui model pembelajaran kooperatif tipe think pair share (TPS). *Didaktik: Jurnal Ilmiah STKIP Siliwangi Bandung*, *9*(1), 1–9. https://e-journal.stkipsiliwangi.ac.id/index.php/didaktik/article/view/111

Piaget, J. (1970). *Structuralism* (C. Maschler, Ed. & Trans.). Basic Books. https://www.structuralism.ca/wp-content/uploads/2019/07/piaget-structuralism.pdf

Putra, T. M., Kusumaningrum, S. R., & Dewi, R. S. I. (2022). Use of Google Sites fractional materials to improve learning effectiveness of elementary school students. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, *1*(4), 1049–1055. https://doi.org/10.55681/sentri.v1i4.321

Putri, F. H. (2023). *Pengembangan media pembelajaran berbasis web Google Sites pada mata pelajaran matematika materi statistika terintegrasi Al-Qur`an kelas V di MI Al-Ikhwan Pekanbaru* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau]. http://repository.uin-suska.ac.id/74805/2/SKRIPSI%20FADIA%20HAYA%20PUTRI.pdf

Rahmafani, E. A., & Sulistyaningrum, H. (2025). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbantuan Google Sites untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *9*(3), 1238–1249. https://doi.org/10.31004/cendekia.v9i3.4363

Robiah, S., & Nuraeni, R. (2023). Pengaruh kepercayaan diri terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa MTs pada materi himpunan. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu (PME)*, *2*(2), 215–228. https://doi.org/10.31980/pme.v2i2.1423

Saputro, A. R., Basori, & Budiyanto, C. W. (2017). The application of mind mapping learning model to improve the students' learning outcomes and liveliness. *Proceedings of the International Conference on Teacher Training and Education 2017 (ICTTE 2017)*, 44–53. https://doi.org/10.2991/ictte-17.2017.2

Sarah, S., Sabandar, J., & Novtiar, C. (2025). Meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP PGRI 1 Cimahi kelas VIII melalui pendekatan realistic mathematics education. *JPMI - Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *7*(5), 949–958. https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i5.24666

Savriani, E. (2020). *Pengaruh keaktifan belajar terhadap hasil belajar siswa mata pelajaran matematika SDN 6 Metro Barat tahun pelajaran 2019/2020* [Skripsi, Institut Agama Islam Negeri Metro Lampung]. https://repository.metrouniv.ac.id/id/eprint/3875/1/SKRIPSI%20ELLA%20SAVRIANI%201601050097%20BURNING%202.pdf

Senjayawati, E., & Saridah, I. (2022). Implementasi model pembelajaran kooperatif tipe number head together untuk meningkatkan pemahaman konsep operasi bentuk aljabar pada siswa kelas VII SMP Negeri 7 Cimahi. *JPMI - Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *5*(1), 1–8. https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i1.1-8

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*(2), 257–285. https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7

Utari, T. (2018). *Pengaruh penerapan strategi PAIKEM GEMBROT terhadap minat dan hasil belajar matematika siswa kelas III sekolah dasar di desa Dandong kecamatan Srengat kabupaten Blitar* [Tesis, Universitas Terbuka]. https://repository.ut.ac.id/8493/1/43605.pdf

Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society* (M. Cole, V. Jolm-Steiner, S. Scribner, & E.

Souberman, Eds.). Harvard University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4

Waryana. (2021). Penerapan model pembelajaran flipped classroom berbantuan Google Sites untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar IPS. *EDUTECH: Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, *1*(3), 259–267. https://doi.org/10.51878/edutech.v1i3.712

Winarno, M. E. (2013). *Metodologi penelitian dalam pendidikan jasmani* (2nd ed.). Universitas Negeri Malang (UM Press). https://fik.um.ac.id/wp-content/uploads/2018/02/buku-8.pdf.