Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif
Volume 9, No. 6, November 2026

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

DOI 10.22460/jpmi.v9i6.33441

INOVASI MEDIA PETARU-PBL MELALUI ARTICULATE STORYLINE 3 UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA

Rima Rismawati[*1], Masta Hutajulu[2], Linda[3]

[1,2,3] IKIP Siliwangi, Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Indonesia
[1]rm.risma01@gmail.com[*] [2]mastahutajulu@ikipsiliwangi.ac.id [3]linda1010@ikipsiliwangi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History
Received Jul 27, 2026
Revised Sep 28, 2026
Accepted Nov 6, 2026

Keywords:
Petaru Learning Media;
Articulate Storyline 3;
Problem Based Learning;
Mathematical communication ability

ABSTRACT

This study successfully developed an interactive learning medium titled "Petaru's Adventure in Relations and Functions," created using Articulate Storyline 3 and integrated with the Problem-Based Learning approach. The study adopted the R&D method using the ADDIE development model. Testing was conducted in stages by involving eighth- and ninth-grade students at a junior high school in West Bandung Regency. Data collection procedures utilized validation sheets, observations, interviews, response questionnaires, and test instruments, which were subsequently evaluated using descriptive and inferential analysis techniques. Expert evaluations confirmed that the Petaru media is highly suitable, with validity scores of 83.9% from media experts and 81.1% from content experts. The practicality aspect was rated as "very practical," with a percentage of 81.8% in the small-group test and 83.5% in the field test. The effectiveness of the learning material is reflected in the mean N-gain score of the experimental group (60%), indicating a greater improvement in mathematical communication skills compared to the control class. Thus, the Petaru learning material is deemed suitable for use, as it is valid, practical, and sufficiently effective to serve as an alternative solution for improving mathematical communication skills.

Studi ini menghasilkan media pembelajaran interaktif bertajuk Petualangan Relasi dan Fungsi "Petaru" berbatuan *Articulate Storyline 3* yang terintegrasi Pendekatan *Problem Based Learning*. Mengadopsi metode R&D dengan model pengembangan ADDIE. Pengujian melibatkan siswa kelas VIII dan IX di salah satu SMP di Kabupaten Bandung Barat. Prosedur pengumpulan data memanfaatkan lembar validasi, pengamatan, wawancara, angket respons, serta instrumen tes, yang selanjutnya dievaluasi menggunakan teknis analisis deskriptif dan inferensial. Penilaian dari para ahli mengonfirmasi bahwa media Petaru sangat layak dengan perolehan skor oleh ahli media mencapai 83,9% dan ahli materi 81,1%. Aspek kepraktisan memperoleh kategori sangat praktis pada uji kelompok kecil (81,8%) dan pada uji lapangan (83,5%). Perolehan rerata nilai *N-gain* kelompok eksperimen (60%) mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis dibandingkan kelas kontrol. Dengan demikian, media pembelajaran Petaru dinyatakan layak digunakan dengan interpretasi valid, praktis, dan efektif untuk dimanfaatkan sebagai alternatif solusi dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis.

Corresponding Author:
Rima Rismawati,
IKIP Siliwangi
Cimahi, Indonesia
rm.risma01@gmail.com

How to cite:

Rismawati, R., Hutajulu, M., & Linda, L. (2026). Inovasi media Petaru-PBL melalui articulate storyline 3 untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif, 9*(6), 1549-1570.

PENDAHULUAN

Posisi strategis matematika dalam dunia pendidikan tercermin dari kapasitasnya dalam mengasah kemampuan bernalar kritis, sistematis, dan kreatif sekaligus menyampaikan gagasan yang diperlukan dalam kehidupan nyata (Putri et al., 2026). Matematika bukan sekedar hitungan, melainkan juga mempelajari susunan, pola, serta relasi konseptual yang aplikatif untuk memecahkan bermacam persoalan kontekstual. Oleh karenanya, integrasi matematika di setiap jenjang pendidikan memegang fungsi untuk mengembangkan keterampilan abad-21.

Komunikasi matematis menempati posisi esensial dan tak terpisahkan dalam ekosistem pembelajaran matematika. Peran krusial ini ditegaskan pula oleh *National Council of Teachers of Mathematic* (NCTM) yang memposisikan komunikasi sebagai elemen fundamental dalam dinamika belajar matematika serta praktik pendidikan matematika (Hendriana et al., 2017). Melalui komunikasi, siswa dapat mengkomunikasikan pemahaman, menyampaikan ide atau gagasan serta mendiskusikan penyelesaian kepada guru maupun teman sebayanya. Penyampaian gagasan matematika dapat dilakukan melalui bahasa lisan dan tulisan dengan memanfaatkan beragam representasi, seperti simbol, tabel, grafik, diagram, dan representasi lainnya. Penggunaan berbagai representasi tersebut membantu siswa menginterpretasikan dan mentransformasikan masalah kontekstual dengan model matematika sehingga diperoleh penyelesaian yang sesuai (Yuningsih et al., 2024). Selain itu, kemampuan komunikasi matematis juga menunjang aktivitas pembelajaran, khususnya dalam memahami, memecahkan dan mengkomunikasikan penyelesaian suatu masalah (Anderha & Maskar, 2020).

Materi relasi dan fungsi ditingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) menyimpan potensi besar dalam melatih kemampuan komunikasi matematis siswa. Melalui materi ini, siswa diajak mengeksplorasi beragam bentuk representasi seperti diagram, tabel, grafik, simbol serta mengkomunikasikan ide dan penyelesaian menggunakan bahasa sendiri maupun model matematika yang tepat. Oleh karena itu, materi relasi dan fungi dapat memberikan ruang bagi siswa untuk mengoptimalkan kapasitas komunikasi matematis mereka (Mulyanti & Imami, 2022; Ulymaz et al., 2022)

Meski komunikasi matematis diakui sebagai kompetensi fundamental yang wajib diasah melalui pembelajaran matematika, berbagai studi empiris justru mengungkap fakta sebaliknya. Dewanti & Muna, (2023) serta Ismayanti & Sofyan, (2021) melaporkan bahwa kapasitas komunikasi matematis masih tergolong rendah sehingga memerlukan upaya peningkatan. Kondisi ini turut berkorelasi dengan laporan *Programme for Internasional Student Assesment* (PISA) tahun 2022 dimana Indonesia memperoleh sebesar 366 berada di bawah rata-rata OECD sebesar 472 sekaligus menempatkan posisi nasional di peringkat ke-70 dari 81 negara partisipasi (OECD,2023). Capaian tersebut mengindikasikan urgensi peningkatan penguasaan matematis siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematika, khususnya dalam mengomunikasikan ide dan proses penyelesaian secara matematis.

Berdasarkan hasil observasi serta wawancara dengan pendidik bidang studi matematika mengindikasikan bahwa kapasitas peserta didik dalam mengomunikasikan gagasan matematis saat pemecahan masalah masih berada pada tingkat yang minim. Siswa kerap mengalami kendala dalam mengidentifikasi informasi awal. Selain itu, mereka belum terbiasa menyajikan informasi ke dalam bentuk representasi yang tepat serta menyusun model matematika dengan benar. Selain itu partisipasi siswa dalam bertanya atau berpendapat selama pembelajaran juga masih rendah. Kondisi tersebut berkaitan dengan penggunaan media pembelajaran yang cenderung masih konvensional sehingga kurang mampu memfasilitasi keterlibatan siswa secara efektif.

Penguatan temuan ini didukung oleh hasil angket kebutuhan yang menunjukkan preferensi siswa terhadap ketersediaan media pembelajaran yang lebih atraktif guna meningkatkan keterlibatan aktif dalam proses belajar. Siswa menginginkan penyajian materi didukung oleh unsur visual yang menarik melalui animasi dan gambar serta di dukung adanya unsur audio, *games* dan kuis. Selain itu, siswa mengharapkan media pembelajaran yang dapat digunakan secara fleksibel kapan saja tanpa memerlukan koneksi internet. Temuan tersebut menegaskan adanya urgensi pengembangan media yang interaktif, inovatif dan mudah di akses guna memacu partisipasi siswa serta memfasilitasi pengembangan kemampuan komunikasi matematis

Menilik berbagai permasalahan tersebut, diperlukan adanya inovasi media pembelajaran yang tidak sekedar menawarkan daya tarik visual, tetapi juga mampu mewadahi interaksi aktif bagi siswa. Salah satunya media yang dapat digunakan untuk mengembangkan media tersebut adalah *Articulate Storyline 3.* Berdasarkan pandangan Darnawati et al., (2019) *software* ini dirancang khusus untuk mengembangkan media pembelajaran yang memadukan beragam komponen multimedianya meliputi teks, ilustrasi, visual, video, animasi hingga evaluasi berupa kuis. Selain itu, media yang dikembangkan melalui *Articulate Storyline 3* dapat diakses dalam berbagai format memungkinkan penggunaannya secara daring maupun luring melalui perangkat seluler maupun komputer (Ramadhana et al., 2024)

Selain pemanfaatan media interaktif, optimalisasi kemampuan komunikasi matematis juga perlu di dukung oleh pendekatan yang relevan. Salah satunya pendekatan yang sesuai adalah *Problem Based Learning* (PBL) yang menjadikan permasalahan kontekstual sebagai titik pijak awal aktivitas belajar. Melalui pendekatan ini siswa terlibat dalam kegiatan memahami masalah, melakukan penyelidikan, menyajikan hasil dan mengevaluasi proses penyelesaian. Siswadi et al., (2023) mengonfirmasi bahwa implementasi *Problem Based Learning* memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis karena siswa memperoleh kesempatan untuk berperan secara aktif dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata. Argumen tersebut diperkuat oleh, Hutajulu et al., (2026) menyatakan bahwa efektivitas *Problem Based Learning* dapat ditingkatkan melalui dukungan pembelajaran yang sesuai selama proses pemecahan masalah.

Integrasi pendekatan PBL yang dipadukan dengan media pembelajaran interaktif memberikan alternatif dalam mendukung pelaksanaan pembelajaran matematika. Media interaktif berbantuan *Articulate Storyline* terbukti memberikan kontribusi signifikan terhadap penguatan kemampuan komunikasi matematis siswa (Dwi et al., 2019; Fathinnuha et al., 2023). Validitas dan keunggulan media ini di perkuat oleh temuan Maylani & Sumardi, (2024) yang menyimpulkan bahwa media berbantuan *Articulate Storyline 3* telah memenuhi kriteria tingkat kelayakan sangat tinggi untuk di terapkan dalam pembelajaran.

Beberapa penelitian terdahulu juga mengintegrasikan pendekatan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan siswa seperti diungkap oleh Anggraini, (2024) bahwa kombinasi *Articulate Storyline 3* dengan pendekatan realistik menghasilkan produk yang valid, praktis serta berkontribusi dalam meningkatkan komunikasi matematis. Temuan Purba & Asmin, (2026) turut memperkuat penerapan PBL berbantuan *Articulate Storyline 3* dalam mengoptimalkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan potensi PBL dan *Articulate Storyline 3* dalam mendukung pembelajaran matematika, kajian yang secara khusus memadukan keduanya pada materi relasi dan fungsi, masih terbatas. Berdasarkan penelitian terdahulu, terdapat beberapa kesenjangan yang perlu dikaji lebih lanjut. Pertama, studi terdahulu cenderung mengkaji materi

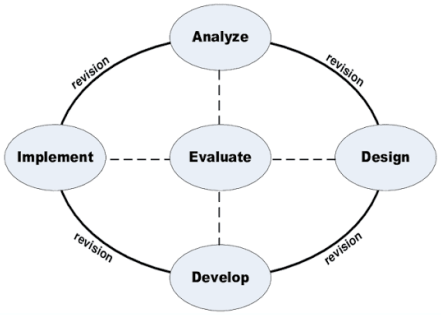
matematika yang berbeda atau pada jenjang pendidikan yang tidak sama sehingga pemanfaatan media pada topik relasi dan fungsi di jenjang SMP belum banyak dikaji. Selain itu, media pada penelitian terdahulu masih terbatas dalam mengintegrasikan LKPD berbasis PBL dengan tema petualangan yang interaktif untuk memandu siswa mentransformasikan masalah kontekstual ke dalam bentuk representasi grafik, tabel, dan simbol. Bertolak dari urgensi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk merancang media pembelajaran yang memadukan PBL, LKPD dan tema petualangan pada materi relasi dan fungsi.

Melalui pengembangan media ini, kontribusi yang ditawarkan mencakup tiga ranah utama, yakni teoritis, praktis, dan keterbaruan desain media. Pada ranah teoritis, riset ini memperkaya kajian literatur mengenai penerapan PBL berbantuan teknologi guna mendukung pengembangan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP. Secara praktis, media yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh guru sebagai sumber belajar inovatif sekaligus memfasilitasi siswa untuk belajar secara mandiri. Secara desain, kebaruan media terletak pada integrasi tema petualangan kontekstual dengan LKPD berbasis PBL, fitur interaktif *drag and drop* untuk memfasilitasi aktivitas mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menghubungkan informasi matematis, *feedback* otomatis untuk mendukung evaluasi mandiri, serta akses *offline* yang memungkinkan media digunakan tanpa bergantung pada jaringan internet.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengembangkan media pembelajaran berbantuan *Articulate Storyline 3* yang mengintegrasikan pendekatan *Problem Based Learning* pada pokok bahasan relasi dan fungsi. Pengembangan tersebut diarahkan untuk menghasilkan media yang layak digunakan pada pembelajaran matematika sekaligus menguji tingkat kevalidan, kepraktisan, keefektifannya dalam mengoptimalkan kemampuan komunikasi matematis siswa tingkat SMP.

METODE

Metode yang diterapkan adalah *Research and Development* (R&D) dengan tujuan untuk merancang inovasi media pembelajaran matematika berbantuan *Articulate Storyline 3* yang berorientasi pada pengembangan kemampuan komunikasi matematis siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP). Model ADDIE digunakan sebagai kerangka dalam penelitian ini mencakup lima tahapan yang sistematis yaitu: *Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluatinon* (Branch & Varank, 2009).



Gambar 1. Langkah-langkah Model ADDIE

Tahap *analyze* (analisis) dilakukan sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi kebutuhan dasar dalam pengembangan media. informasi tersebut diperoleh melalui observasi, analisis kurikulum, identifikasi kebutuhan guru dan siswa serta wawancara. Lalu tahap *design* (perancangan) diarahkan pada penyusunan rancangan konsep media beserta instrumen penelitian yang akan digunakan pada tahap pengembangan. Selanjutnya tahap *Development*

(pengembangan) rancangan konseptual dan struktural yang telah disusun sebelumnya direalisasikan secara nyata ke dalam bentuk produk media pembelajaran dilanjutkan dengan uji kelayakan oleh para ahli.

Tahap *implementation* (implementasi), pemanfaatan media pembelajaran berbantuan *Articulate Storyline 3* diintegrasikan langsung ke dalam kegiatan pembelajaran di ruang kelas. Tahap ini menerapkan metode *quisi experiment* dengan rancangan *non equivalent control grup pretest-posttest design.* Penentuan kelompok subjek, yang mencakup kelas eksperimen dan kelas kontrol beranggotakan 30 siswa dilakukan secara *purposive* tanpa teknik pengacakan berdasarkan kebijakan serta kondisi nyata di sekolah. Rangkaian penelitian bertempat di salah satu Sekolah Menengah Pertama di Kecamatan Padalarang, Kabupaten Bandung Barat pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Setelah penerapan media dan pengumpulan data selesai, terakhir adalah tahap *evaluation* (evaluasi) bertujuan untuk mengukur tiga aspek utama dari media yang dikembangkan, yakni tingkat kelayakan produk, kepraktisan, dan efektivitasnya terhadap capaian belajar siswa.

Data penelitian diperoleh melalui beberapa instrumen yaitu : 1) observasi, 2) wawancara 3), angket respons siswa guna menilai tingkat kepraktisan media Petaru, 4) Lembar validasi untuk kelayakan media dan materi dan 5) tes kemampuan komunikasi matematis siswa berupa soal uraian. Seluruh data yang berhasil dihimpun dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif difungsikan untuk memberikan gambaran karakteristik dasar dari data penelitian, sedangkan statistik inferensial digunakan untuk menguji hipotesis penelitian dalam penarikan kesimpulan secara komprehensif. Pengolahan data didukung oleh *Microsoft Excel* dan perangkat lunak *IBM SPSS Statistics* 22. Adapun cakupan data yang dianalisis meliputi penilaian dari validator, tingkat tanggapan siswa, serta perbandingan skor *pretest* dan *posttets* kemampuan komunikasi matematis siswa.

Skor hasil validasi media ditentukan dengan membagi total skor yang diberikan validator dengan terhadap skor ideal yang dapat dicapai, sesuai dengan rumus menurut (Akbar, 2013).

$$Vah = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$$

Keterangan: Vah adalah Validasi, TSe adalah Total skor empirik yang di diperoleh, TSh adalah Total skor maksimal yang di harapkan. Interpretasikan kelayakan berdasarkan kategori menurut (Sugandi et al., 2021):

Tabel. 1 Kriteria Validitas

No.	Interval	Kategori
1	$81\% - 100\%$	Sangat Valid
2	$61\% - 80\%$	Valid
3	$41\% - 60\%$	Cukup Valid
4	$21\% - 40\%$	Kurang Valid
5	$0\% - 20\%$	Tidak Valid

Kepraktisan media Petaru dinilai melalui angket respons siswa yang diisi siswa setelah media diterapkan pada pembelajaran relasi dan fungsi. Instrumen tersebut menggunakan angket dengan skala likert empat tingkat yang mencakup pilihan jawaban Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Penilaian kepraktisan di dasarkan pada empat aspek, yaitu kebermanfaatan, kemenarikan, keterbantuan, keterbaruan media dalam

mendukung pembelajaran. Tingkat kepraktisan diperoleh dari perbandingan keseluruhan skor yang diberikan dengan skor maksimum yang dapat dicapai (Hidayat & Aripin, 2023).

$$P = \frac{\sum f}{N} \times 100\%$$

Keterangan: P merupakan persentase kepraktisan, $\sum f$ merupakan jumlah skor yang diperoleh, N adalah skor maksimal. Selanjutnya hasil perhitungan persentase diinterpretasikan berdasarkan kriteria tingkat kepraktisan menurut (Hidayat et al., 2023):

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan

No.	Nilai (%)	Kategori
1	$81 - 100$	Sangat Praktis
2	$61 - 80$	Praktis
3	$41 - 60$	Cukup Praktis
4	$21 - 40$	Kurang Praktis
5	$0 - 20$	Sangat Tidak Praktis

Analisis terhadap peningkatan kemampuan siswa setelah penerapan media pembelajaran dianalisis berdasarkan perubahan skor yang diperoleh sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran berlangsung. Besaran peningkatan tersebut dikalkulasi melalui perhitungan *normalized gain* (N-*gain),* yang kemudian di klasifikasikan ke dalam kategori tertentu guna mengukur efektivitas peningkatan berdasarkan acuan yang dikemukakan oleh Hake (Fahlevi & Yuliani, 2021):

$$g = \frac{skor\ posttest - skor\ pretest}{skor\ ideal - skor\ pretest}$$

Tabel 3. Kategori tingkat n-*gain*

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Studi ini menghasilkan produk berupa media pembelajaran interaktif bernama Petaru (Pertualangan Relasi dan Fungsi) yang dikembangkan dengan memanfaatkan platform *Articulate Storyline 3* yang mengintegrasikan pendekatan *Problem Based Learning*. Media ini dirancang bagi siswa kelas VIII tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP), media ini memuat materi relasi dan fungsi melalui sajian aktivitas belajar yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam membangun pemahamannya. Selain itu, produk yang dihasilkan selanjutnya dinilai berdasarkan kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran matematika.

Pelaksanaan penelitian mengikuti tahapan model ADDIE. Pada *analyze* (analisis), peneliti mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dengan menelaah kondisi pelaksanaan pembelajaran matematika. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa kurikulum merdeka digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan pembelajaran. Dari sisi sumber belajar, kegiatan pembelajaran masih

terpaku pada buku paket sedangkan pemanfaatan media masih terbatas. Situasi ini berimplikasi pada belum optimalnya ruang partisipasi aktif siswa selama kegiatan berlangsung. Di samping itu, penyampaian materi masih didominasi oleh metode ceramah dan tanya jawab, sehingga aspek interaktivitas serta keterlibatan siswa belum berkembang secara maksimal. Temuan dari penyebaran angket mengindikasikan adanya kebutuhan siswa terhadap media pembelajaran interaktif yang dilengkapi animasi, visual gambar, audio kuis, *games*. Fitur-fitur tersebut diharapkan dapat mendorong siswa dalam lebih terlibat dalam proses pembelajaran serta membantu mereka memahami langkah-langkah penyelesaian masalah serta konsep materi yang dipelajari.

Tahap *design* (perancangan), dieksekusi melalui penyusunan draf pembelajaran secara menyeluruh meliputi penyusunan skenario pembelajaran, penetapan tujuan pembelajaran, materi, *storyboard*,,soal instrumen tes sebagai proses sistematis untuk menguji media yang dikembangkan.

Tahap *development* (pengembangan) merupakan proses merealisasikan rancangan menjadi media pembelajaran interaktif. Proses perwujudan media ini dilakukan dengan mengintegrasikan sintaks *Problem Based Learning* sebagai landasan dalam penyusunan aktivitas pembelajaran. Media Petaru dikemas dalam konsep tema petualangan hutan fantasi yang dilengkapi karakter pemandu, materi pembelajaran, kuis *games*, umpan balik serta elemen visual yang menarik dan penuh tantangan. Penyajian materi di awali dengan permasalahan kontekstual sehingga mendorong siswa untuk mengeksplorasi, menganalisis, dan menemukan penyelesaian dari tantangan tersebut. Media yang dikembangkan dengan mengacu pada hasil analisis kebutuhan disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2. Tampilan antarmuka media Petaru

Tampilan utama media pembelajaran Petaru disajikan pada gambar 2. Diawali dengan halaman pembuka yang dilengkapi tombol *start* sebagai akses untuk memasuki menu utama *(Zona penjelajahan).* Pada menu utama terdapat beberapa fitur yaitu Kompas Misi, Profil Pengembang, Petualangan, dan Tantangan. Menu Kompas Misi memuat capaian dan tujuan pembelajaran, menu petualangan berisi LKPD yang dilengkapi materi, dan aktivitas pembelajaran, sedangkan menu Tantangan menyediakan kuis dan *games* sebagai sarana

evaluasi. Selain itu, seluruh halaman juga dilengkapi tombol navigasi, seperti *home, back, next,* dan petunjuk penggunaan, sehingga memudahkan siswa dalam mengoperasikan media secara mandiri.

Selanjutnya dilakukan pelaksanaan uji validasi oleh para pakar pada aspek materi dan media sebagai prasyarat untuk melanjutkan uji coba. Pada aspek materi penilaian terdiri atas dua dosen yang memiliki kepakaran akademik di bidang pendidikan matematika dan keilmuan serta satu guru SMP di Kabupaten Bandung Barat. Adapun penilaian pada aspek media melibatkan tiga ahli dari kalangan akademisi yang memiliki kompetensi dalam bidang teknologi pendidikan serta pengembangan media pembelajaran. Dari hasil penilaian para ahli disajikan pada tabel 4:

Tabel 4. Hasil uji kelayakan media dan materi

Aspek	V 1	V 2	Praktisi	Rata-Rata	Interpretasi
Media	85,00%	78,33%	88,33%	83,89%	Sangat Valid
Materi	81,67%	78,33%	83,33%	81,11%	Sangat Valid

Mengacu pada data tabel, penilaian pada aspek media maupun materi memperoleh kategori sangat valid Pada aspek media, validator memberikan skor persentase sebesar 85,00% dan 78,33%, sedangkan praktisi memberikan skor 88,33%. Secara keseluruhan, hasil uji kelayakan media memperoleh persentase rata-rata sebesar 83,89% dan berada pada kategori sangat valid. Di sisi lain pada aspek materi, menunjukkan perolehan skor dari validator sebesar 81,67% dan 78,33%, sedangkan praktisi memberikan skor 83,33%. Secara keseluruhan, hasil uji kelayakan materi memperoleh persentase rata-rata sebesar 81,11% dengan predikat serupa, yakni sangat valid. Dengan demikian, media pembelajaran berbantuan *Articulate Storyline 3* yang dikembangkan beserta materi yang dapat digunakan dengan layak untuk kegiatan pembelajaran.

Penilaian oleh validator materi disertai dengan masukan yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan, yaitu agar soal tidak seluruhnya disajikan dalam bentuk narasi, tetapi di dukung dengan gambar yang relevan sehingga konteks soal lebih mudah dipahami oleh siswa. Sementara itu, ahli media memberikan beberapa saran untuk menyempurnakan tampilan media, yaitu menambahkan karakter pemandu selama penggunaan media, penambahan *backsound* pada halaman pembuka dan menu utama serta penyediaan umpan balik terhadap respons. Dokumentasi visual mengenai tindak lanjut masukan dan rekomendasi perbaikan dari validator materi dan media disajikan pada gambar 3:



Gambar 3. Hasil perbaikan media

Tampilan media Petaru yang setelah dilakukan di revisi berdasarkan masukan validator terlihat pada gambar 3. Revisi yang dilakukan meliputi penambahan gambar yang relevan sebagai pendukung penyajian konteks permasalahan sehingga memudahkan siswa memahami informasi yang disajikan. Selain itu ditambahkan karakter sebagai pemandu selama penggunaan media serta *backsound* pada halaman pembuka dan menu utama untuk meningkatkan daya tarik media. Media juga dilengkapi dengan umpan balik sebagai respons terhadap jawaban atau aktivitas yang dilakukan siswa sehingga mereka memperoleh informasi secara langsung.

Setelah media direvisi berdasarkan validator, langkah selanjutnya adalah pelaksanaan uji coba perseorangan (*one-to-one trial)* yang melibatkan tiga orang siswa. Uji coba ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai hambatan teknis yang ditemukan, kemudahan navigasi, maupun aspek lain yang belum teridentifikasi pada tahap validasi ahli. Hasil uji coba menunjukkan bahwa tidak terdapat revisi yang bersifat substansial. Perbaikan yang dilakukan hanya berupa pembetulan beberapa kesalahan penulisan serta penyempurnaan navigasi agar media dapat digunakan dengan optimal. Setelah melalui tahap penyempurnaan, media kemudian diterapkan kembali pada kelompok kecil yang melibatkan 10 orang siswa. Dalam tahap ini, para siswa diminta untuk mengisi angket respons guna memperoleh gambaran mengenai kepraktisan media. Hasil pengisian angket respons tampilkan pada tabel 5:

Tabel 5. Hasil angket respons siswa pada kelompok kecil

Jumlah Skor	Rata-Rata	Persentase	Interpretasi
65,4	3,27	81,75%	Sangat Praktis

Pada kelompok kecil tingkat kepraktisan memperoleh skor persentase sebesar 81,75% yang menginterpretasikan bahwa media Petaru menempatkan media ke dalam kriteria sangat praktis. Capaian tersebut merefleksikan adanya penerimaan serta tanggapan yang positif dari siswa terhadap keberadaan media. Meskipun demikian, siswa memberikan beberapa masukan terkait penyempurnaan produk, terutama pada tampilan warna dalam aktivitas *drag and drop* sehingga dilakukan perbaikan sesuai masukan siswa.

Kemudian, media diujicobakan pada tahap uji lapangan yang melibatkan 32 siswa. Pada tahap ini, siswa diberikan *pretest* guna memetakan kemampuan awal komunikasi matematis. Sesudah seluruh proses pembelajaran menggunakan media selesai dilaksanakan, siswa kembali di evaluasi melalui pemberian soal *posttets* untuk mengukur sejauh mana peningkatan kompetensi komunikasi matematis mereka. Di samping instrumen tes, siswa diberikan pula angket respons siswa untuk mengetahui respons siswa terhadap penggunaan media. Adapun rekapitulasi hasil analisis statistik deskriptif dari perolehan skor *pretest* dan *posttest* disajikan pada tabel 6:

Tabel 6. Hasil analisis deskriptif *pretest* dan *posttest* uji lapangan

Statistik	Pretest	Posttest	N-Gain
Rata-rata	8,34	61.90	0,58
Persentase	8,34%	61,90%	58,7%
Standar Deviasi	3,37	10,90	0,11
N	32	32	32

Berdasarkan paparan data dalam tabel, hasil analisis deskriptif memperlihatkan adanya peningkatan signifikan pada kemampuan komunikasi matematis siswa setelah penggunaan media Petaru. Rata-rata *pretest* sebesar 8,34 mengalami kenaikan menjadi 61,90 pada *posttest*. Secara persentase kemampuan siswa juga mengalami peningkatan dari 8,34% menjadi 61,90%. Selain itu, hasil perhitungan indeks *Normalized gain* (N-Gain) mencatat angka sebesar 0,58 yang mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa berada pada kategori sedang. Nilai standar deviasi pada *pretest* sebesar 3,37, sedangkan pada *posttest* sebesar 10,90 menunjukkan bahwa variasi kemampuan siswa setelah pembelajaran memiliki sebaran yang lebih beragam dibandingkan kondisi awal. Meskipun demikian, hasil deskriptif menunjukkan kemampuan komunikasi matematis siswa mengalami peningkatan setelah penggunaan media. Selanjutnya, untuk mengetahui karakteristik distribusi data sebagai landasan pemilihan teknis analisis statistik, dilakukan uji normalis yang disajikan tabel 7:

Tabel 7. Hasil uji normalitas *posttets* uji lapangan

	Statistic	*Df*	*Sig*
Posttest	0,951	32	0,154

Berdasarkan tabel, hasil uji normalitas nilai *posttest* memproleh nilai 0,154 > 0,05 sehingga data dianggap memenuhi asumsi distribusi normal, maka H_o diterima. Dengan demikian data *posttest* memenuhi asumsi normalitas, pengujian hipotesis dilanjutkan dengan menggunakan *One Sample t-Test.* Prosedur ini diaplikasikan guna menguji tingkat ketercapaian kemampuan komunikasi matematis siswa terhadap Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan, yakni sebesar 80.

Tabel 8. Hasil uji one sampel *posttest* uji lapangan

	t	*Df*	*Sig (2-tailed)*
Posttest	-9,383	32	0,000

Berdasarkan rekapitulasi hasil pengujian yang tersaji dalam tabel, di per oleh nilai *statistic t* sebesar -9,383 dengan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,000. Nilai signifikansi 0,000 < 0,05 yang mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *posttest* dan nilai acuan KKM sebesar 80. Lebih lanjut perolehan rerata nilai *posttest* sebesar 61,90 memperlihatkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa pasca pemberlakuan media Petaru belum mencapai standar KKM yang telah ditetapkan.

Tabel 9. Hasil uji kepraktisan uji lapangan

Jumlah Skor	Rata-rata	Persentase	Interpretasi
66,78	3,34	83,48%	Sangat Praktis

Perolehan data hasil angket respons pada tahap uji lapangan menunjukkan perolehan persentase rata-rata sebesar 83,48% yang mengantarkan media pembelajaran ini ke dalam kriteria sangat praktis. Capaian tersebut mengonfirmasi bahwa media terbukti efektif dalam memfasilitasi siswa untuk memahami serta memvisualisasikan konsep matematika secara lebih konkret selama proses pembelajaran. Selain memiliki tampilan yang menarik dan kemudahan pengguna dimana pun, siswa juga mendapat pengalaman belajar yang segar. Meskipun demikian, siswa memberikan masukan agar latihan soal diintegrasikan ke dalam media sehingga dapat diakses kembali secara mandiri kapan saja serta penjelasan pada umpan balik.

Tahap berikutnya adalah *implementation* (implementasi). Pada tahap ini media yang sudah dinilai serta disempurnakan berlandaskan masukan validator, masukan serta uji coba pada tahap sebelumnya di implementasikan dalam kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen setelah dinyatakan layak digunakan. Implementasi dilakukan melalui serangkaian kegiatan pembelajaran pada topik relasi dan fungsi dengan mengintegrasikan media Petaru dengan pendekatan *Problem Based Learning*. Dokumentasi pelaksanaan implementasi ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 4. Dokumentasi implementasi media Petaru

Langkah pertama yang dilakukan adalah pemberian *pretest* kepada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol guna memetakan serta memastikan kesetaraan kemampuan awal siswa sebelum intervensi diberikan. Selepas proses tersebut, proses pembelajaran dikelas eksperimen dilangsungkan dengan memanfaatkan media Petaru sementara kegiatan belajar di kelas kontrol berjalan menggunakan metode konvensional yang biasa diterapkan di sekolah. Setelah pembelajaran berakhir, *posttest* diberikan pada kedua kelompok untuk mengetahui peningkatan kemampuan siswa. Hasil *pretest* kemudian diuji normalitasnya terlebih dahulu sebagai dasar dalam menentukan teknik analisis statistik yang sesuai. Hasil uji normalitas diperoleh sebagai berikut:

Tabel 10. Uji normalitas *pretest* tahap implementasi

		Shapiro Wilk *Statistic*	Df	Sig.
Pretest	Eksperimen	0,894	30	0,006
	Kontrol	0,919	30	0,025

Merujuk pada hasil pengujian, nilai signifikansi uji *Shapiro wilk* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,006 untuk kelas eksperimen dan 0,025 untuk kelas kontrol. Kedua nilai tersebut berada di bawah taraf signifikansi 0,05 (0,006 < 0,05 dan 0,025 < 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa data *pretest* pada kedua kelompok tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis perbandingan rata-rata data *pre-test* dilanjutkan menggunakan uji statistic non-parametrik melalui uji *Mann-Withney.* Adapun perumusan hipotesis statistik dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada perbedaan kemampuan awal kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan media Petaru dengan siswa yang mengikuti pembelajaran biasa.

H_1 : Terdapat perbedaan kemampuan awal kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan media Petaru dengan siswa yang mengikuti pembelajaran biasa.

Tabel 11. Uji mann-withney data *pretest*

Kelas	N	Asymp. Sig. (2-tailed)	Interpretasi
Eksperimen	30	0,005	H_o ditolak
Kontrol	30		

Tabel hasil *output statistics* di dapat nilai *Asymp. Sig*. (2-tailed) sebesar 0,005. Nilai signifikan tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 (0,005 < 0,05) sehingga H_o ditolak. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan kemampuan awal komunikasi matematis siswa antara kelas eksperimen yang menggunakan media Petaru dan kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran secara konvensional. Perbedaan kondisi awal ini menjadi pertimbangan dalam menentukan analisis peningkatan perkembangan kemampuan komunikasi matematis, sehingga analisis peningkatan dilakukan dengan menggunakan skor *N-gain* pada kedua kelas. Penggunaan indeks *N-gain* dipilih agar peningkatan kemampuan dapat dikalkulasi secara proporsional dengan mengontrol capaian awal masing-masing siswa. Sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap skor *N-gain*, lebih dulu dilakukan uji normalitas untuk mengetahui distribusi data.

Tabel 12. Uji normalitas *n-gain*

		Shapiro-Wilk *Statistic*	df	Sig
N-*gain*	Eksperimen	0,982	30	0,872
	Kontrol	0,882	30	0,003

Berdasarkan pada table *Shapirowilk* di atas, nilai signifikan perolehan N-gain pada kelas eksperimen berada di angka 0,872 > 0,05. Berdasarkan hasil tersebut, H_o diterima sehingga data dinyatakan memenuhi asumsi distribusi normal. Sebaliknya, kelas control memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,003 < 0,05 yang bermakna H_0 ditolak sehingga data dinyatakan tidak memenuhi asumsi normalitas. Karena sebaran data tidak terpenuhi secara keseluruhan, analisis untuk menguji peningkatan kompetensi komunikasi matematis beralih menggunakan uji statistic non-parametrik. Perumusan hipotesis yang diuji dalam tahapan ini dijabarkan sebagai berikut:

H_0 :Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan media Petaru tidak lebih baik daripada pembelajaran biasa.

H_1 : Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan media Petaru lebih baik daripada pembelajaran biasa.

Tabel 13. Uji mann-withney data *n-gain*

Kelas	N	Asymp. Sig. (2-tailed)	Interpretasi
Eksperimen	30	0,000	H_o ditolak
Kontrol	30		

Merujuk pada hasil pengujian menunjukkan perolehan nilai signifikansi sebesar 0,000. Angka tersebut berada di bawah tarif nyata 0,05 (0,000 < 0,05), sehingga H_o secara resmi ditolak. Hasil ini membuktikan adanya perbedaan peningkatan yang signifikan pada aspek kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang mendapatkan intervensi media Petaru dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Melalui temuan tersebut, ditarik kesimpulan bahwa bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada kelompok eksperimen yang menggunakan media Petaru lebih baik daripada siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Dengan demikian penggunaan media Petaru menunjukkan efektivitas yang lebih baik dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa dibandingkan pembelajaran konvensional.

Selanjutnya tahap *evaluate* (evaluasi) dilakukan dengan menelaah hasil angket respons dan capaian belajar yang diperoleh setelah penggunaan media. Analisis pada tahap diarahkan untuk mengukur peningkatan kemampuan komunikasi matematisnya serta memperoleh gambaran mengenai tingkat kepraktisan dan efektivitas media yang dikembangkan.

Tabel 14. Hasil tes kemampuan komunikasi matematis tahap implementasi

Kemampuan		Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol		
		Pretest	Postest	N-gain	Pretest	Postets	N-Gain
Komunikasi Matematis	Rata-Rata	6,9	62,9	0,60	4,6	43,9	0,41
	Persentase	7%	63%	60%	5%	44%	41%
	Standar Deviasi	3,04	11,46	0,12	2,99	9,50	0,09
N		30			30		

Berdasarkan tabel di atas, disajikan rekapitulasi perbandingan capaian kompetensi komunikasi matematis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tercakup secara lengkap melalui skor *pretest, posttest* serta indeks gain ternomalisasi *(N-gain).* Kelompok eksperimen, mencatatkan rerata skor *N-gain* sebesar 0,60 (persentase 60%) yang berada pada kategori sedang, sementara kelompok kontrol memperoleh rerata *N-gain* yang lebih rendah yaitu sebesar 0,41(persentase 41%) pada kategori yang sama. Melalui perbandingan skor tersebut, menunjukkan adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada kelas eksperimen

jauh lebih baik daripada kelas kontrol. Hal ini membuktikan bahwa keterpaduan model PBL dengan *Articulate Storyline 3* dapat dikategorikan cukup efektif memberikan dukungan terhadap proses pembelajaran, khususnya mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis. Rincian peningkatan pada masing-masing indikator kemampuan komunikasi matematis secara lebih spesifik disajikan peningkatan pada tabel:

Tabel 15. Peningkatan kemampuan komunikasi matematis

No.	Indikator	Rata-Rata *Pretest*	Rata-Rata *Posttest*	N-Gain	Interpretasi
1	Menghubungkan benda nyata, gambar dan diagram ke dalam ide matematika	1,40	7,80	0,75	Tinggi
2	Menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematika secara tertulis	1,30	7,87	0,67	Sedang
3	Menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa atau simbol matematika	1,00	7,13	0,52	Sedang
4	Membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi dan generalisasi	0,18	5,60	0,40	Sedang

Penelaahan lebih lanjut terhadap peningkatan pada empat indikator komunikasi matematis sebagaimana tercantum dalam tabel 15. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh indikator mengalami peningkatan dengan nilai N-gain yang berbeda-beda. Peningkatan tertinggi terdapat pada indikator pertama "Menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika" dengan raihan N-gain sebesar 0,75 yang terkualifikasi dalam kategori tinggi. Sedangkan, peningkatan terendah dijumpai pada indikator ke empat "Membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi dan generalisasi" dengan perolehan nilai N-gain sebesar 0,40 yang berada pada kategori sedang.

Tabel 16. Hasil respons tahap implementasi

Jumlah Skor	Rata-rata	Persentase	Interpretasi
67,67	3,38	84,58%	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil respons siswa dari 30 siswa kelas VIII terhadap penggunaan media *Articulate Storyline 3* dengan pendekatan *Problem Based Learning* memperoleh hasil rata-rata 3,38 atau persentase sebesar 84,58%. Merujuk pada standar kriteria penilaian yang ditetapkan capaian tersebut menempatkan media pada kualifikasi sangat praktis. Temuan ini mengonfirmasi bahwa media pembelajaran yang dikembangkan mampu memfasilitasi siswa dalam memperoleh pengalaman belajar yang lebih konkret melalui pemanfaatan visualisasi konsep matematika. Di samping itu daya tarik visual serta fleksibilitas akses di berbagai kesempatan turut memberikan warna tersendiri, sehingga siswa merasakan proses belajar yang interaktif dan menyenangkan.

Pembahasan

Temuan pada tahap *analyze* memberikan gambaran mengenai berbagai aspek yang perlu di pertimbangkan sebagai dasar perancangan media pembelajaran Petaru. Hasil analisis kebutuhan memperlihatkan bahwa tingkat penguasaan kemampuan komunikasi matematis siswa pada pokok bahasan relasi dan fungsi masih perlu ditingkatkan secara signifikan. Hal tersebut terlihat dari keterbatasan siswa dalam menyampaikan ide maupun mengemukakan pendapat ketika kegiatan pembelajaran. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh proses pembelajaran yang masih di

dominasi model pembelajaran konvensional, serta belum didukung oleh media pembelajaran yang mendukung keterlibatan siswa.

Temuan tersebut mengindikasikan bahwa rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa dan keterbatasan penggunaan media menjadi kondisi yang perlu di perhatikan dalam pembelajaran. Kesulitan siswa dalam mengidentifikasi informasi, menerjemahkan permasalahan ke dalam bentuk matematika mengindikasikan bahwa mereka tidak sekedar memerlukan paparan materi semata. Lebih dari itu dibutuhkan ruang pengalaman belajar yang memberikan kesempatan untuk membangun dan mengomunikasikan ide matematis. Hal selaras dengan esensi komunikasi matematis yang menuntut keterlibatan siswa dalam mengekspresikan ide, menggunakan representasi, menyusun model, serta memberi argumen terhadap penyelesaian. Dengan demikian, temuan tersebut menegaskan bahwa kebutuhan pembelajaran tidak hanya berkaitan dengan penguasaan materi, melainkan juga pada penyediaan fasilitas aktivitas yang dapat melatih siswa dalam mengomunikasikan proses berpikir matematis.

Berdasarkan hasil wawancara juga memberikan gambaran bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami dan menyelesaikan permasalahan berkaitan dengan komunikasi matematis. siswa belum terbiasa mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan, menerjemahkan soal cerita ke dalam bentuk matematika, menyajikan informasi ke dalam bentuk representasi yang tepat, menyusun model matematika secara benar. Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian Sarah et al., (2024) yang menyatakan bahwa siswa yang belum terbiasa menyelesaikan bentuk soal selama proses pembelajaran cenderung mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi yang diketahui dan ditanyakan, serta kurang tepat dalam menyusun model matematika.

Kebutuhan siswa terhadap visualisasi, interaktivitas, audio, *games* dan kuis serta dilengkapi dengan contoh soal dan langkah penyelesaiannya semakin memperkuat karakteristik media guna menghadirkan pengalaman belajar yang dinamis. Kehadiran media pembelajaran interaktif berperan penting dalam mengoptimalkan keterlibatan siswa, memperdalam penguasaan materi, serta meningkatkan pencapaian akademik guna mewujudkan kegiatan belajar yang juah lebih efektif (Hayya, 2023). Kendati demikian, Azzahra et al., (2023) mengingatkan bahwa pemanfaatan media yang kurang variatif atau tidak menarik dapat menurunkan efektivitas pembelajaran sehingga minat dan pemahaman siswa belum optimal. Oleh karena itu, kebutuhan terhadap media interaktif dalam penelitian ini tidak hanya berorientasi pada aspek kemenarikan, melainkan dirancang untuk mewujudkan suasana belajar yang lebih partisipatif dan aktif.

Selain kebutuhan terhadap media yang interaktif, tantangan kerap dihadapi peserta didik seperti kendala dalam membaca informasi, menerjemahkan soal cerita ke dalam bahasa simbolik, memilih bentuk representasi yang relevan, menyusun model matematika secara benar menunjukkan perlunya pembiasaan melalui aktivitas pemecahan masalah. Kondisi tersebut didukung oleh temuan Sarah et al., (2024) yang mengindikasikan bahwa keterbiasaan yang minim dalam menyelesaikan soal-soal bermakna membuat siswa rentan keliru saat mengurai informasi awal maupun menyusun model matematika. Oleh karena itu, media yang dikembangkan perlu menyediakan aktivitas yang secara bertahap membiasakan siswa dalam memahami masalah, mengorganisasi informasi, menggunakan representasi dan mengkomunikasikan penyelesaian.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, integrasi *Problem Based Learning* dihadirkan sebagai kerangka yang tepat untuk melatih siswa memahami masalah, menyusun strategi, dan

menyampaikan penyelesaiannya. Sementara itu, penggunaan *Articulate Storyline 3* mendukung proses tersebut dalam penyajian materi dan aktivitas yang interaktif. Hasil penelitian Simanullang, (2023) membuktikan bahwa pemanfaatan media interaktif tidak hanya mengefektifkan waktu belajar dan meningkatkan keaktifan siswa, tetapi juga mengasah kemampuan komunikasi matematis. Selain itu, Aulya et al., (2022) menekankan bahwa kombinasi antara *Articulate Storyline 3* dengan *Problem Based Learning* terbukti optimal dalam mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan rangkaian landasan tersebut, pengembangan media pembelajaran ini dihadirkan sebagai solusi alternatif untuk memberikan kesempatan bagi siswa dalam membangun pemahaman dan mengomunikasikan ide matematis.

Dengan demikian, proses analisis kebutuhan tidak hanya sebatas mengungkapkan berbagai hambatan belajar, melainkan turut memberikan pijakan teoritis dan pedagogis dalam pengembangan media Petaru. Temuan mengenai rendahnya kemampuan komunikasi matematis, keterbatasan keterlibatan siswa, kebutuhan terhadap media interaktif dan perlunya pembiasaan pemecahan masalah menjadi pertimbangan dalam menentukan karakteristik media serta pendekatan pembelajaran yang digunakan pada tahap selanjutnya.

Temuan pada tahap analisis kemudian dijadikan acuan dalam menyusun rancangan media pada tahap *design*. Media pembelajaran interaktif di beri nama PETARU *(Petualangan Relasi dan Fungsi)* dengan mengusung tema petualangan melalui serangkaian misi pembelajaran yang memungkinkan siswa berinteraksi dengan materi, mengejarkan latihan dan memperoleh umpan balik. Konsep tersebut dipilih untuk menciptakan aktivitas yang mendorong siswa belajar secara aktif, interaktif, dan menyenangkan sehingga siswa tidak sekedar memperoleh informasi tetapi turut berpartisipasi dalam aktivitas pembelajaran sebagai upaya menunjang penguasaan konsep dan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Penggunaan *Articulate Storyline 3* didasarkan pada kemampuannya mengembangkan media pembelajaran interaktif yang menarik serta mendukung penyajian materi dengan memanfaatkan beragam elemen multimedia meliputi teks, gambar, audio, animasi, navigasi, kuis serta respons terhadap jawaban siswa, sehingga memungkinkan siswa terlibat secara aktif dalam penggunaan media. Penggunaan *Articulate Storyline 3* juga telah digunakan dalam pengembangan media matematika yang mendukung kemampuan komunikasi (Anggraini & Yunarti, 2024). Dengan demikian, pemilihan *Articulate Storyline 3* tidak hanya mempertimbangkan aspek kemenarikan tetapi juga potensinya dalam mendukung keterlibatan siswa selama proses pembelajaran.

Aspek pedagogis menjadi pertimbangan utama melalui tampilan secara proporsional dengan memperhatikan kejelasan informasi, konsistensi tata letak, kemudahan navigasi serta keseimbangan visual. Integrasi pendekatan berbasis masalah ke dalam media dilakukan melalui aktivitas pembelajaran yang dikemas secara sistematis dalam LKPD mencakup orientasi masalah, pengorganisasi siswa, penyelidikan, penyajian hasil, hingga penyelesaian. Rangkaian tersebut relevan dengan pengembangan komunikasi matematis dengan mendorong siswa menjelaskan tahapan penyelesaian, bukan hanya menghasilkan jawaban dari permasalahan yang diberikan. Peran penting *Problem Based Learning* dalam melatih kompetensi siswa turut ditekankan oleh Siswadi, et al., (2023) yakni melalui keterlibatan mereka dalam pemecahan masalah, penalaran kritis, penyampaian gagasan dan komunikasi matematis. Dengan demikian, integrasi *Problem Based Learning* dalam Petaru berfungsi sebagai struktur pedagogis yang mengarahkan penggunaan media interaktif agai tidak berhenti pada aktivitas penggunaan teknologi, tetapi mendukung proses berpikir dan komunikasi matematis siswa.

Kesesuaian rancangan media dan aktivitas pembelajaran tersebut terlihat dari hasil validasi produk. Dalam rangka memastikan kualitas produk serta kelayakan media sebelum

diujicobakan, validasi dilakukan sebagai salah satu tahapan penting dalam proses pengembangan (Ningsih et al., 2024). Penilaian ahli terhadap aspek materi dan media menghasilkan tingkat validitas dalam kategori sangat valid. Sejalan dengan temuan tersebut, Rajab & Novitasari, (2024) serta diperkuat oleh hasil riset Handika et al., (2025) menegaskan bahwa perancangan media pembelajaran menggunakan *Articulate Storyline 3* terbukti secara konsisten memenuhi kriteria kelayakan yang sangat tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan *Articulate Storyline 3* dinilai layak dalam menyajikan materi matematika serta mendukung proses pembelajaran siswa.

Masukan validator juga memberikan implikasi terhadap fungsi pedagogis media. Validator ahli materi memberikan masukan terkait penyajian soal yang perlu dilengkapi gambar yang relevan agar konteks permasalahan lebih mudah dipahami oleh siswa sebelum melakukan proses pemecahan masalah. Sementara itu, masukan validator ahli media memberikan terkait penyempurnaan tampilan dan interaktivitas media, meliputi penambahan karakter pemandu, pemberian *backsound* pada halaman pembuka dan menu utama, serta pemberian umpan balik terhadap respons siswa. Dengan demikian, revisi berdasarkan masukan validator tidak hanya memperbaiki produk, tetapi juga memperkuat kemampuan media dalam mendukung pemahaman serta meningkatkan daya tarik, interaktivitas, serta memastikan kepraktisan media dalam memfasilitasi kelancaran proses pembelajaran.

Hasil penilaian kepraktisan mengungkapkan bahwa media Petaru telah memenuhi kriteria kepraktisan dalam kategori sangat praktis berdasarkan tanggapan yang diperoleh. Analisis menunjukkan bahwa terdapat tingkat kepraktisan tersebut didukung oleh respons positif siswa pada tahap uji kelompok kecil hingga skala lapangan. Pada tahap kelompok kecil, siswa memperoleh pendampingan dan pengarahan dalam menggunakan media sedangkan pada tahap uji lapangan siswa menggunakan media dalam kondisi yang lebih luas dan mandiri. Indikasi tersebut memperlihatkan bahwa media ini fleksibel serta mudah dioperasikan oleh siswa meskipun diterapkan dalam kondisi yang berbeda. Capaian ini selaras dengan laporan Aurelia et al., (2023) melaporkan bahwa pemanfaatan *Articulate Storyline 3* pada media pembelajaran berhasil memperoleh respons siswa pada kategori sangat praktis.

Meskipun demikian ditemukan beberapa kendala teknis, seperti gangguan jaringan saat proses pengunduhan dan performa aplikasi yang terasa sedikit berat pada perangkat tertentu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kepraktisan media tidak hanya berkaitan dengan desain dan fitur yang dikembangkan, tetapi juga dipengaruhi oleh kesiapan perangkat serta jaringan pengguna yang digunakan oleh siswa. Selain itu siswa memberikan masukan pada aspek kemenarikan, khususnya terkait tampilan *background* interaktif pada aktivitas *drag and drop* dalam setiap pertemuan LKPD yang dinilai kurang bervariasi, penambahan fitur latihan soal yang dapat diakses secara fleksibel sebagai evaluasi setelah pembelajaran serta umpan balik yang disertai penjelasan juga menunjukkan bahwa aspek kepraktisan masih dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung optimalisasi pengalaman belajar siswa.

Temuan uji lapangan, memperlihatkan bahwa media Petaru memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kompetensi komunikasi matematis siswa. Keunggulan ini bersumber dari integrasi *Problem Based Learning* pada LKPD yang menstimulasi siswa untuk memahami masalah, berdiskusi, melakukan penyelidikan, menyusun penyelesaian serta mengkomunikasikan ide matematisnya. Fitur interaktif Petaru memfasilitasi siswa untuk mengeksplorasi materi secara mandiri dan terlibat aktif dalam kegiatan belajar. (Syahirani et al., 2025) memperkuat temuan tersebut melalui bukti risetnya bahwa pengimplementasian *Problem Based Learning* berbantuan media digital berdampak positif terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis.

Penerapan media Petaru dilaksanakan selama delapan pertemuan pada topik relasi dan fungsi pada jenjang kelas VIII. Selama implementasi, kelompok eksperimen memanfaatkan media Petaru, sementara kelas kontrol menjalani pembelajaran konvensional sebagai pembanding. Hasil implementasi menunjukkan bahwa pencapaian kemampuan komunikasi matematis di kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol. Capaian tersebut menunjukkan bahwa Petaru memiliki efektivitas secara relatif dibandingkan pembelajaran konvensional. Keselarasan temuan ini tampak pula dalam pandangan Mustika et al., (2026) yang menegaskan bahwa pemanfaatan media pembelajaran signifikan mampu mendongkrak pencapaian belajar siswa berdasarkan indikator kemampuan yang di ukur.

Temuan empiris dari *posttest* memperlihatkan adanya perbedaan cara penyelesaian masalah antara dua kelompok. Siswa pada kelas eksperimen cenderung menyelesaikan permasalahan secara sistematis dengan menyertakan alasan terhadap langkah penyelesaian, sedangkan siswa pada kelas kontrol cenderung memberikan jawaban secara langsung tanpa disertai penjelasan atau alasan yang mendukung. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran melalui Petaru yang terintegrasi PBL memberikan keleluasaan yang lebih mendalam bagai siswa untuk mengeksplorasi alur berpikir, menyusun penyelesaian dan mengomunikasikan alasan matematis.

Temuan lainnya menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen cenderung lebih sering mengemukakan pendapat karena adanya umpan balik ketika melakukan kesalahan, sehingga siswa terdorong untuk memperbaiki dan mengklarifikasi jawaban. Fitur interaktif seperti *drag and drop, quiz, games,* dan umpan balik langsung mendukung siswa dalam memahami konsep relasi dan fungsi serta mengkomunikasikan ide matematis melalui berbagai bentuk representasi. Keberadaan fitur interaktif berperan dalam meningkatkan keterlibatan siswa selama pembelajaran, termasuk dalam mengungkapkan alasan serta gagasan matematis, dibandingkan kondisi pembelajaran tanpa penggunaan media. Penguatan serupa dikemukakan oleh Suddin & Deda, (2020) yang menggarisbawahi bahwa pemanfaatan media digital interaktif memiliki kapasitas besar dalam membangkitkan stimulus belajar yang lebih kuat daripada pendekatan berbasis media konvensional.

Meskipun demikian, peningkatan pada kemampuan komunikasi matematis masih bersifat relatif dan belum menunjukkan efektivitas secara absolut terhadap standar ketuntasan. Hasil pengujian *One Sample t-test* memperlihatkan bahwa perolehan rerata skor kemampuan komunikasi matematis siswa masih berada di bawah kriteria ketuntasan minimal yang diprasyaratkan. Walaupun demikian, temuan ini menegaskan bahwa pemanfaatan media Petaru memberikan performa belajar yang lebih unggul daripada metode konvensional. Dengan demikian, efektivitas Petaru bersifat relatif, tetapi belum mencapai efektivitas secara absolut terhadap ketuntasan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa belum tercapainya ketuntasan dapat dipengaruhi kemampuan awal siswa dan penguasaan prasyarat sehingga peningkatan menjadi belum cukup untuk mencapai standar ketuntasan yang ditetapkan. Selain itu penguasaan kemampuan prasyarat seperti perkalian dan operasi hitung bilangan bulat memegang peranan krusial sebagai fondasi dalam memecahkan masalah relasi dan fungsi, sehingga kekurangannya berdampak pada hasil akhir. Keselarasan temuan ini tampak pada pandangan Noer et al., (2022) yang menyatakan bahwa latar belakang kemampuan awal memegang peranan krusial serta berdampak nyata terhadap kapasitas komunikasi matematis siswa. Oleh sebab itu, keberhasilan pencapaian target standar ketuntasan sangat ditentukan oleh kondisi awal dan kesiapan akademik siswa.

Secara statistik, kelompok eksperimen memperlihatkan kemajuan kemampuan komunikasi yang signifikan daripada kelompok kontrol. Kondisi tersebut dapat dikaitkan dengan karakteristik media dan aktivitas pembelajaran yang diterapkan. Komponen interaktif pada media membantu menjembatani pemahaman konsep yang abstrak menjadi lebih konkret, sementara kegiatan kolaboratif dalam kelompok memberikan ruang bagi siswa untuk mengemukakan dan mendiskusikan gagasan matematis dengan bahasa yang lebih mudah dipahami. Hasil ini sejalan dengan riset Pratiwi & Azmi, (2025) terkait penerapan *Problem Based Learning* serta Salsabilla & Irwan, (2025) mengenai *Problem Based Learning* berbantuan media digital, yang secara konsisten memberikan kontribusi positif dalam mengoptimalkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Berdasarkan penjabaran per indikator menunjukkan bahwa perkembangan kemampuan siswa dalam menyusun konjektur, mengkontruksikan argumen, merumuskan definisi serta melakukan generalisasi menunjukkan perkembangan yang relatif rendah. Kondisi ini memperlihatkan bahwa siswa umumnya sudah mahir dalam menentukan hasil akhir tetapi masih kesulitan dalam memberikan alasan, menjelaskan hubungan, dan menyusun argumen yang mendukung jawabannya. Temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas pembelajaran melalui Petaru telah membantu siswa dalam proses penyelesaian masalah, tetapi kemampuan komunikasi yang bersifat argumentatif masih memerlukan pembiasaan dan latihan yang lebih intensif. Oleh sebab itu, pengembangan kemampuan komunikasi tidak boleh sebatas berorientasi pada pencapaian jawaban akhir, melainkan harus memberikan ruang yang lebih untuk melatih kemampuan membuat dugaan, serta menjelaskan ide matematisnya.

Respons siswa terharap Petaru menunjukkan bahwa karakteristik media yang interaktif dapat mendukung pengalaman belajar. Perpaduan fitur interaktif dengan sintak *Problem Based Learning* memberikan keleluasaan bagi siswa untuk mengeksplorasi konsep relasi dan fungsi sekaligus mengomunikasikan pemikirannya. Oleh sebab itu, media Petaru berpotensi untuk difungsikan sebagai alternatif sarana pembelajaran yang tidak hanya layak diimplementasikan di dalam kelas, tetapi juga terbuka untuk dikembangkan pada cakupan yang lebih luas. Dengan demikian, efektivitas media Petaru bersifat relatif dalam mendongkrak kemampuan komunikasi matematis jika dibandingkan dengan kelas konvensional, namun belum mencapai taraf mutlak terhadap standar kriteria ketuntasan minimal. Temuan ini menunjukkan bahwa media interaktif yang dipadukan dengan PBL dapat mendukung perkembangan komunikasi matematis, tetapi pencapaian yang lebih optimal masih memerlukan penguatan kemampuan awal, pengetahuan prasyarat, serta latihan dalam mengembangkan konjektur dan argumen matematis.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan media petualangan relasi dan fungi (Petaru) berbantuan *Articulate Storyline 3* dengan mengintegrasikan pendekatan *Problem Based Learning.* Berdasarkan hasil validasi dan uji kepraktisan, produk yang dirancang terbukti telah sukses memenuhi seluruh standar kualitas dengan perolehan predikat yang sangat valid serta sangat praktis. Hasil analisis terhadap peningkatan kemampuan siswa menegaskan bahwa media Petaru memiliki tingkat efektivitas yang memadai serta mampu menghadirkan perolehan kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik apabila dibandingkan dengan pendekatan konvensional. Pengintegrasian *Articulate Storyline 3* dengan PBL terbukti mampu memberikan solusi pembelajaran yang inovatif dan interaktif, serta mendukung siswa dalam mengungkapkan serta merepresentasikan gagasan matematika secara lebih komunikatif. Untuk Pengembangan media Petaru selanjutnya, dapat dilakukan penyempurnaan dengan menambahkan fitur yang lebih variatif dan interaktif seperti video pembelajaran, ilustrasi konsep berbasis animasi, permainan

edukatif yang lebih beragam serta penyimpanan hasil belajar. Pengembangan fitur-fitur tersebut diharapkan dapat memperkaya kualitas pengalaman belajar sekaligus memperluas tingkat fleksibilitas pengguna media pada pembelajaran matematika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ungkapan terima kasih disampaikan kepada IKIP Siliwangi dan Program Studi Pendidikan Matematika serta seluruh pihak yang telah mencurahkan bantuan moral maupun material selama pelaksanaan penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih khusus dialamatkan kepada kepala sekolah, jajaran guru serta staf kependidikan atas perizinan, fasilitas, serta kolaborasi yang terjalin, sehingga rangkaian pengembangan media Petaru dapat terlaksana dengan lancar. Arahan dan bimbingan dari guru mata pelajaran matematika yang selama kegiatan penelitian juga sangat membantu kelancaran seluruh tahapan studi. Selain itu, partisipasi aktif siswa kelas VIII dan IX dalam mengikuti seluruh rangkaian turut memberikan kontribusi nyata terhadap terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, S. (2013). *Instrumen perangkat pembelajaran.* Bandung: Remaja Rosdakarya.

Anderha, R. R., & Maskar, S. (2020). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa pada pembelajaran daring materi eksponensial. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik (JI-MR)*, *1*(2), 1–7. https://doi.org/10.33365/ji-mr.v1i2.438

Anggraini, D., & Yunarti, Y. (2024). Pengembangan media pembelajaran articulate storyline 3 dengan pendekatan realistik untuk meningkatkan komunikasi matematis. *JRPMS (Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah)*, *8*(1), 99–110. https://doi.org/10.21009/jrpms.081.10

Aulya, R., Nafia, S. I., & Wanabuliandari, S. (2022). Kajian literatur disposisi matematis dengan model PBL berbantuan software materi perbandingan SMP. *MathEdu (Mathematic Education Journal)*, *5*(2), 30–38. https://doi.org/10.37081/mathedu.v5i2.3918

Aurelia, M. E., Heleni, S., & Murni, A. (2023). Media pembelajaran articulate storyline 3 untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP. *Suska Journal of Mathmematics Education*, *9*(1), 15–26. https://doi.org/10.24014/sjme.v9i1.19301

Azzahra, R. A., Sjaifuddin, & Berlian, L. (2023). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis articulate storyline tema kelistrikan pada sistem saraf untuk menumbuhkan minat belajar siswa kelas IX. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *13*(September). https://doi.org/10.37630/jpm.v13i3.1135

Branch, R. M., & Varank, İ. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0387-09506-6

Darnawati, D., Jamiludin, J., Batia, L., Irawaty, I., & Salim, S. (2019). Pemberdayaan guru melalui pengembangan multimedia pembelajaran interaktif dengan aplikasi articulate storyline. *Amal Ilmiah : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *1*(1), 8–16. https://doi.org/10.36709/amalilmiah.v1i1.8780

Dewanti, S. S., & Muna, K. (2023). Analisis kemampuan komunikasi matematis pada soal cerita aritmetika sosial. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, *7*(2), 263–279. https://doi.org/10.33603/jnpm.v7i2.7885

Dwi, M., Furqoni, H., Rajagukguk, W., & Rangkuti, Y. M. (2019). Development of quantum learning-based articulate storyline learning media to improve students ' mathematical communication skills. *Paradikma:Jurnal Pendidikan Matematika*, *16*(2), 74–81. https://doi.org/10.24114/paradikma.v13i3

Fahlevi, R., & Yuliani, A. (2021). Pengembangan game edukasi cermat berbasis android untuk meningkatkan keterampilan problem solving siswa SMA pada materi sarisan. *JPMI: Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *4*(5), 1191–1204. https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i5.1191-1204

Fathinnuha, H. M., Saminanto, & Rohman, A. A. (2023). Efektivitas model pembelajaran auditory ,

intellectually, and repetition (AIR) dengan media pembelajaran interaktif articulate storyline terhadap kemampuan komunikasi atematias peserta didik. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *3*(2), 114–124. https://doi.org/10.28918/circle.v3i2.1020

Handika, Widyaningrum, I., & Indrayati, H. (2025). Pengembangan media pembelajaran interaktif dengan software articulate storyline 3 pada materi luas lingkaran. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, *13*(2), 242–252. https://doi.org/10.21831/jpms.v13i2.85370

Hayya, L. A. (2023). Dampak media pembelajaran interaktif dalam pendidikan. *Jurnal Eksponen*, *13*(2), 67–76. https://doi.org/10.47637/eksponen.v13i2.788

Hendriana, H., Rohaeti, E. E., & Sumarmo, U. (2017). *Hard skills dan soft skills matematik siswa*. In Bandung: Refika Aditama .

Hidayat, W., & Aripin, U. (2023). How to develop an E-LKPD with scientific approach to achieving students' mathematics communation abilities ? *InfinityJournal*, *12*(1), 85–100. https://doi.org/10.22460/infinity.vl2il.p85-100

Hidayat, W., Rohaeti, E. E., Hamidah, I., & Putri, R. I. I. (2023). How can android-based trigonometry learning improve the math learning process ? *Forntiers in Education*, *7*(January), 1–13. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1101161

Hutajulu, M., Setiyawan, A., & Yuspriyati, D. N. (2026). Metacognitive scaffolding in problem-based learning : a pathway to developing higher-order thinking skills. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *15*(1), 324–337. https://doi.org/10.3198o/mosharafa.v15i1.3558

Ismayanti, S., & Sofyan, D. (2021). Kemampuan komunikasi matematis siswa SMP Kelas VIII di Kampung Cigulawing. *PLUSMINUS: Jurnal Pendidikan Matematika*, *1*(1), 183–196. https://doi.org/10.31980/plusminus.v1i1.889

Maylani, R., & Sumardi. (2024). Pengembangan media pembelajaran matematika articulate storyline 3 berbasis android untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMA. *Jurnal Cendikia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *08*(01), 427–440. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.2278

Mulyanti, W., & Imami, A. I. (2022). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa SMP kelas VIII pada materi relasi dan fungsi. *Jurnal Didactical Mathematics*, *4*(April), 11–22. https://doi.org/10.31949/dmj.v2i2.2074

Mustika, A. D., Rohaeti, E. E., & Novtiar, C. (2026). Sitenar : transformasi pembelajaran matematika berbantuan aplikasi articulate storyline 3. *JPMI: Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *9*(2), 347–366. https://doi.org/10.22460/jpmi.v9i2.31462

Ningsih, R. Y., Permatasari, S., Riau, U., Info, A., & History, A. (2024). Validitas pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis trigger powerpoint untuk pemahaman materi teks cerpen di SMA. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, *7*(5), 4981–4988. https://doi.org/10.54371/jiip.v7i5.4470

Noer, S. H., Gunowibowo, P., & Triana, M. (2022). Pengaruh kecerdasan emosi dan kemampuan awal terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa dalam pembelajaran online. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *11*(1), 482–492. https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4464

Pratiwi, A., & Azmi, S. (2025). Pengaruh penerapan model problem based learning terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VIII SMP. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, *5*(3), 1032–1046. https://doi.org/10.29303/griya.v5i3.763

Purba, B. P., & Asmin. (2026). Pengembangan bahan ajar berbasis problem based learning berbantuan aplikasi articulate storyline untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMAN 21 Medan. *Jurnal Dunia Pendidikan*, *7*(1), 173–187. https://doi.org/10.55081/jurdip.v7i1.5652

Putri, R., Meiliasari, & Rahayu, W. (2026). Mengasah kemampuan berpikir matematis sebagai salah Satu kemampuan dalam pembelajaran abad-21. *Jurnal Jendela Matematika*, *4*(01), 36–44. https://doi.org/10.57008/jjm.v4i01.1960

Rajab, R. M., & Novitasari, D. (2024). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis articulatesStoryline 3 berorientasi pada kemampuan literasi matematika siswa SMP kelas VIII. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *14*(3), 713–722. https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1801

Ramadhana, R., H, N., & Febriati, F. (2024). Pengembangan multimedia interaktif berbasis articulate storyline 3 mata kuliah pembelajaran berbasis komputer di prodi teknologi pendidikan. *Jurnal Wahana Pendidikan*, *11*(2), 237–250. https://doi.org/10.25157/jwp.v11i2.13576

Salsabilla, H., & Irwan. (2025). Pengaruh penerapan model problem based learning berbantuan

geogebra terhadap kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VIII SMP Negeri 4 Payakumbuh. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Matematika Hal*, *14*(3), 15–20. https://doi.org/10.24036/k3ed6w88

Sarah, S., Sabandar, J., & Novtiar, C. (2024). Meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP PGRI 1 Cimahi kelas VIII melalui pendekatan realistic mathematics education (RME). *JPMI: Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *7*(5), 949–958. https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i5.24666

Simanullang, C. M. (2023). Pengembangan media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VIII. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH)*, *2*(2), 197–216. https://doi.org/10.55927/jiph.v2i2.3924

Siswadi, Mira, R., Saragih, B., & Wardana, G. (2023). Pengunaan model problem Based learning (PBL) dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *6*(1), 97–104. https://doi.org/10.47662/farabi.v6i1.581

Suddin, S., & Deda, Y. N. (2020). Education game based on timor local wisdom as an android-based mathematics learning media. *Al-Ikhtibar: Jurnal Ilmu Pendidikan Matematika*, *11*(2), 227–246. https://doi.org/10.24042/ajpm.v11i2.6958

Sugandi, A. I., Sofyan, D., & Maesaroh, S. (2021). Pengembangan perangkat pembelajaran menggunakan deduktif induktif berbantuan geogebra dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa pada masa pandemi. *JPMI: Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *4*(1), 149–160. https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i1.149-160

Syahirani, S., Rizqi, N. R., Matondang, K., Studi, P., Matematika, P., & Medan, U. A. (2025). Pengaruh model pembelajaran problem based learning (PBL) terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa berbantuan aplikasi flipHtml5. *OMEGA: Jurnal Keilmuan Pendidikan Matematika*, *4*(2), 37–43. https://doi.org/10.47662/jkpm.v4i2.928

Ulymaz, B. A. A., Baidowi, B., Kurniawan, E., & Sripatmi, S. (2022). Kemampuan komunikasi matematis siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita materi relasi dan fungsi. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(4b), 2597–2607. https://doi.org/10.29303/jipp.v7i4b.996

Yuningsih, Y., Zaenuri, Z., Walid, W., & Mariani, S. (2024). Problem based learning bernuansa etnomatematika untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(1), 655–666. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.2978.