



Pengembangan Bahan Ajar Berbasis *Problem Based Learning* Berbantuan Aplikasi *Articulate Storyline* Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMAN 21 Medan

Bernat Parulian Purba¹, Asmin²

^{1,2} Universitas Negeri Medan

Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara

Email: bernatpurba2003@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Menilai kualitas bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan aplikasi *Articulate Storyline* pada materi pertidaksamaan linear dua variabel dari aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan; serta (2) Mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa setelah menggunakan bahan ajar tersebut. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Subjek penelitian ini terdiri atas 28 siswa kelas X SMA Negeri 21 Medan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Rata-rata skor validasi ahli media sebesar 4,56 dan ahli materi sebesar 4,75 keduanya berada pada kategori sangat valid. (2) Berdasarkan angket respon guru dan siswa, bahan ajar yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat praktis dengan persentase rata-rata masing-masing 97,27% dan 93,89%. (3) Bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Articulate Storyline* juga memenuhi kriteria efektif, yang ditunjukkan oleh: (a) ketuntasan belajar klasikal sebesar 92,9%, (b) ketercapaian indikator kemampuan komunikasi matematis dengan rata-rata 88,1%, serta (c) respon positif siswa terhadap bahan ajar, (d) peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dari rata-rata *pretest* 19,4 menjadi 88,1 pada *posttest*. Nilai N-Gain sebesar 0,79 menunjukkan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa berada pada kategori tinggi.

Kata Kunci: Bahan ajar, *Problem Based Learning*, *Articulate Storyline*

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran fundamental dalam dunia pendidikan karena berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, sistematis, dan analitis peserta didik. Matematika mempelajari pola, struktur, serta hubungan yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, matematika bersifat deduktif dengan kebenaran yang mutlak karena didasarkan pada sistem pembuktian yang terstruktur dan tidak dapat direvisi (Sinaga et al., 2021). Oleh sebab itu, pembelajaran matematika tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga pengembangan kemampuan dasar siswa, salah satunya adalah kemampuan komunikasi matematis.

Kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan siswa dalam menyampaikan ide, gagasan, serta hasil pemikiran matematis melalui berbagai representasi, seperti simbol, bahasa matematika, grafik, tabel, maupun visualisasi lainnya. Kemampuan ini sangat penting karena mendukung siswa dalam memahami konsep, memecahkan masalah, serta mengomunikasikan solusi secara jelas dan sistematis. Dalam proses pembelajaran, kemampuan komunikasi matematis menjadi salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki siswa agar dapat berpartisipasi aktif, baik di dalam maupun di luar kelas, khususnya ketika menyelesaikan permasalahan matematika dan menyampaikan ide atau argumen matematis (Anderha & Maskar, 2020).

Namun demikian, kemampuan komunikasi matematis siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini tercermin dari hasil Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 yang menunjukkan bahwa Indonesia berada pada peringkat ke-70 dari 81 negara peserta (OECD, 2023). Skor matematika siswa Indonesia mencapai 366, masih berada di bawah rata-rata OECD sebesar 472. Rendahnya capaian ini salah satunya disebabkan oleh keterbatasan kemampuan komunikasi matematis siswa, mengingat soal-soal PISA, khususnya pada level 5 dan 6, menuntut siswa untuk mampu mengomunikasikan proses berpikir dan penyelesaian masalah matematika secara tepat.

Temuan tersebut sejalan dengan hasil tes awal dan observasi yang dilakukan peneliti di SMA Negeri 21 Medan. Hasil analisis jawaban siswa menunjukkan bahwa pada indikator komunikasi matematis, baik dalam bentuk tulisan (*written text*), gambar (*drawing*), maupun ekspresi matematika (*mathematical expression*), siswa masih mengalami kesulitan. Siswa umumnya mampu mengidentifikasi unsur yang diketahui dan ditanyakan, menyajikan ilustrasi gambar, serta membentuk model matematika, tetapi belum sesuai dengan kriteria jawaban yang benar. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan siswa dalam mengomunikasikan ide dan solusi matematika secara tepat masih perlu ditingkatkan.

Berdasarkan hasil observasi pembelajaran di kelas, rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru, kurangnya variasi metode dan model pembelajaran, serta minimnya pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi. Pembelajaran matematika cenderung monoton karena hanya mengandalkan buku cetak, sehingga siswa menjadi pasif dan kurang memiliki kesempatan untuk mengemukakan

ide atau pendapat. Kondisi ini menunjukkan perlunya inovasi dalam pengembangan bahan ajar yang mampu mendorong keaktifan dan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Bahan ajar memiliki peran penting dalam mendukung kemampuan komunikasi matematis siswa, karena dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengungkapkan ide matematis, memperkenalkan notasi dan simbol matematika, serta melatih penggunaan berbagai bentuk representasi matematika. Bahan ajar merupakan kumpulan sumber belajar yang disusun secara sistematis dan digunakan oleh pendidik serta peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran (Suprihatin & Manik, 2020). Bahan ajar dapat berupa buku, lembar kerja peserta didik, maupun media berbasis teknologi yang dirancang untuk meningkatkan pengetahuan dan pengalaman belajar siswa (Kosasih, 2021). Hasil wawancara dengan guru menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan di sekolah belum sepenuhnya efektif dalam menstimulasi kemampuan komunikasi matematis siswa, sehingga diperlukan pengembangan bahan ajar yang lebih inovatif dan interaktif.

Salah satu model pembelajaran yang dinilai mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model ini menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran dengan menghadapkan mereka pada permasalahan nyata yang relevan dan bermakna. Melalui PBL, siswa didorong untuk berpikir kritis, menganalisis masalah, mencari informasi, berkolaborasi, serta mengomunikasikan solusi yang diperoleh. Dalam pembelajaran matematika, PBL dapat membantu siswa merumuskan masalah, mengembangkan strategi pemecahan, menyampaikan argumen, dan mempresentasikan hasil secara sistematis.

Pengembangan bahan ajar dalam penelitian ini memanfaatkan aplikasi Articulate Storyline sebagai media pembelajaran interaktif. Articulate Storyline merupakan perangkat lunak *authoring tool* yang memungkinkan pengembangan media pembelajaran berbasis elektronik dengan mengintegrasikan berbagai elemen multimedia, seperti teks, gambar, audio, video, animasi, dan grafik. Penggunaan media ini diharapkan dapat meningkatkan keaktifan siswa dan membantu mereka memahami konsep matematika secara lebih mendalam.

Beberapa penelitian terdahulu mendukung penggunaan bahan ajar berbasis PBL dan Articulate Storyline dalam pembelajaran matematika. Penelitian Safithri dan Saputri (2023) menunjukkan bahwa bahan ajar matematika berbasis PBL efektif meningkatkan

pemahaman konsep siswa dengan persentase ketuntasan kelas sebesar 82,35%, melampaui standar KKM 75%. Penelitian Anggraini dan Yunarti (2024) juga menemukan bahwa media pembelajaran Articulate Storyline dengan pendekatan realistik tergolong valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Selain itu, penelitian Maylani dan Sumardi (2024) menyatakan bahwa media pembelajaran matematika berbasis Articulate Storyline sangat layak digunakan dan mampu meningkatkan hasil belajar siswa SMA.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar matematika berbasis *Problem Based Learning* berbantuan aplikasi Articulate Storyline pada materi sistem pertidaksamaan linear dua variabel, serta mengkaji kevalidan, kepraktisan, keefektifan, dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMA Negeri 21 Medan melalui penggunaan bahan ajar yang dikembangkan.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Metode R&D digunakan untuk mengembangkan serta memvalidasi produk pembelajaran yang diterapkan dalam konteks pendidikan. Borg dan Gall (1988) menyatakan bahwa penelitian pengembangan bertujuan untuk memvalidasi dan mengembangkan produk pendidikan, baik melalui penyempurnaan produk yang telah ada maupun penciptaan produk baru (Sugiyono, 2019). Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan berupa bahan ajar matematika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan aplikasi Articulate Storyline untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Model ADDIE dikembangkan pada tahun 1970-an dan banyak digunakan dalam pengembangan desain pembelajaran (Dick & Carey, 1996).

Lokasi, Waktu, Subjek, dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 21 Medan yang berlokasi di Jalan Keramat Indah/Selambo Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian adalah siswa kelas X SMA Negeri 21 Medan, sedangkan objek penelitian

adalah bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan aplikasi Articulate Storyline pada materi sistem pertidaksamaan linear dua variabel.

Prosedur Pengembangan

Tahap *analysis* dilakukan melalui observasi awal, wawancara guru, analisis kurikulum, analisis karakteristik siswa, serta analisis bahan ajar yang digunakan di sekolah. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran matematika dan menentukan kompetensi yang harus dicapai siswa sesuai Kurikulum Merdeka.

Tahap *design* meliputi perancangan tujuan pembelajaran, penyusunan materi sistem pertidaksamaan linear dua variabel, serta perancangan tampilan dan fitur bahan ajar berbantuan *Articulate Storyline*. Tahap *development* dilakukan dengan merealisasikan desain menjadi bahan ajar interaktif menggunakan aplikasi *Articulate Storyline*, meliputi penyusunan materi, latihan soal, animasi, navigasi, dan multimedia pendukung. Produk yang dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk memperoleh masukan dan perbaikan. Tahap *implementation* dilakukan melalui uji coba bahan ajar kepada guru dan siswa. Pada tahap ini, siswa dan guru mengisi angket untuk menilai kepraktisan dan keefektifan bahan ajar, serta siswa mengikuti tes kemampuan komunikasi matematis. Tahap *evaluation* bertujuan untuk menilai kualitas akhir bahan ajar berdasarkan aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan, serta menentukan apakah produk perlu direvisi lebih lanjut.

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli media dan ahli materi, angket respon siswa dan guru, angket keefektifan, serta tes kemampuan komunikasi matematis. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, angket, dokumentasi, dan tes. Tes digunakan untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis tertulis siswa berdasarkan indikator menulis (*written text*), menggambar (*drawing*), dan ekspresi matematika (*mathematical expression*). Pedoman penskoran kemampuan komunikasi matematis mengacu pada kriteria yang dikemukakan oleh Ansari (dalam Tara & Nani, 2022).

Teknik Analisis Data

Analisis data meliputi analisis kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan bahan ajar. Analisis kevalidan dilakukan berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media

menggunakan skala Likert 1–5, kemudian dihitung skor rata-rata untuk menentukan kategori kevalidan.

Analisis kepraktisan dilakukan berdasarkan angket respon siswa dan guru menggunakan skala *Likert*, dengan hasil berupa persentase kepraktisan produk. Analisis keefektifan meliputi respon positif siswa menggunakan skala Guttman “Ya” dan “Tidak” (Riduwan dalam Sagasya et al., 2020), analisis ketuntasan belajar klasikal berdasarkan KKM 75, analisis ketercapaian tujuan pembelajaran, serta analisis peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa melalui perbandingan hasil pretest dan posttest. Ketercapaian indikator pembelajaran dinyatakan tercapai apabila minimal 65% siswa mencapai 75% tujuan pembelajaran (Hasratuddin, 2018). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis dianalisis menggunakan perhitungan *N-gain* dengan klasifikasi kategori tinggi, sedang, dan rendah.

Indikator Keberhasilan

Keberhasilan bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Articulate Storyline* diukur melalui beberapa indikator utama yang mengacu pada tiga aspek penting dalam penelitian pengembangan, yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Ketiga indikator ini digunakan untuk memastikan bahwa bahan ajar yang dihasilkan benar-benar layak digunakan dalam proses pembelajaran serta mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMA.

1. Validitas produk bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Articulate Storyline* yang dikembangkan berada pada kategori valid jika rata-rata penilaian didapat $3,4 < V \leq 4,2$ atau kriteria minimum Tingkat validitas yang dicapai adalah valid
2. Bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Articulate Storyline* dikatakan praktis apabila hasil angket respon siswa dan guru berada pada rentang nilai $60 < Np \leq 80$ atau dinyatakan sangat praktis berada pada rentang $80 < Np \leq 100$
3. Produk bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Articulate Storyline* yang dikembangkan dikatakan efektif jika memenuhi:
 - Ketuntasan belajar secara klasikal dikatakan tuntas belajarnya jika dalam kelas terdapat $\geq 85\%$ telah mencapai nilai ≥ 75
 - Ketercapaian 75% tujuan pembelajaran

- Respon positif siswa dalam menerapkan bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Articulate Storyline*

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dapat dilihat melalui analisis ketuntasan belajar secara klasikal ketercapaian indikator, analisis peningkatan kemampuan komunikasi matematis tiap indikator, analisis secara keseluruhan dan analisis N-gain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian pengembangan ini menghasilkan bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan aplikasi *Articulate Storyline* pada materi Sistem Pertidaksamaan Linear Dua Variabel (SPtLDV) untuk siswa kelas X SMA Negeri 21 Medan. Pengembangan dilakukan dengan model ADDIE dan produk yang dihasilkan telah diuji dari aspek validitas, kepraktisan, dan keefektifan.

Validitas Bahan Ajar

Tabel 1. Validasi Modul Ajar

Item	Aspek Penilaian	Nomor item	Validator			Jumlah	Rata-Rata	Kategori
			Vma	Vma	Vma			
			1	2	3			
I	Format	1	5	5	5	15	4,77	Sangat Valid
		2	4	4	5	13		
		3	5	5	5	15		
II	Bahasa	4	5	5	5	15	4,83	Sangat Valid
		5	5	5	4	14		
		6	4	5	5	14		
		7	5	5	5	15		
III	Isi	8	5	4	5	14	4,90	Sangat Valid
		9	5	5	5	15		
		10	5	5	5	15		
		11	5	5	5	15		
		12	4	5	5	15		
		13	5	5	5	15		
		14	4	5	5	14		
Jumlah			66	68	69	203	14,5	Sangat Valid
Rata - Rata			4,71	4,85	4,92	4,83		Valid

Hasil validasi menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid. Validasi modul ajar memperoleh skor rata-rata 4,83, yang mencerminkan kesesuaian format, bahasa, dan isi dengan Kurikulum Merdeka serta

sintaks PBL. Validator memberikan saran perbaikan, antara lain penyesuaian tujuan pembelajaran dengan format ABCD dan perbaikan pertanyaan pemantik, yang telah ditindaklanjuti dalam revisi produk.

Tabel 2. Validasi Bahan Ajar

Aspek Penilaian	Nomor item	Validator			Jumlah	Rata-Rata	Kategori
		Vma 1	Vma 2	Vma 3			
Kemudahan	1	4	5	4	13	4,44	Sangat Valid
	2	3	4	5	12		
	3	5	5	5	15		
Tampilan	1	3	5	5	13	4,55	Sangat Valid
	2	5	5	5	15		
	3	3	5	5	13		
Tulisan	1	4	4	4	12	4,66	Sangat Valid
	2	5	5	5	15		
	3	5	5	5	15		
Keterpadua	1	4	5	5	14	4,66	
Jumlah		41	48	48	137	18,31	Sangat Valid
Rata - Rata		4,1	4,8	4,8		4,56	

Tabel 3. Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Nomor item	Validator			Jumlah	Rata-Rata	Kategori
		Vma 1	Vma 2	Vma 3			
Materi	1	5	5	5	15	5	Sangat Valid
	2	5	5	5	15		
	3	5	5	5	15		
Isi	1	4	5	5	14	4,6	Sangat Valid
	2	5	4	4	13		
	3	5	5	4	14		
	4	5	5	4	14		
	5	4	5	5	14		
Bahasa	1	5	4	5	14	4,77	Sangat Valid
	2	5	5	4	14		
	3	5	5	5	15		
Jumlah		53	53	51	157	14,37	Sangat Valid
Rata - Rata		4,81	4,81	4,63		4,75	

Validasi bahan ajar oleh ahli media menghasilkan skor rata-rata 4,56 dengan kategori sangat valid. Aspek kemudahan penggunaan, tampilan, keterbacaan tulisan, dan keterpaduan navigasi dinilai sangat baik. Sementara itu, validasi ahli materi memperoleh skor rata-rata 4,75, menunjukkan bahwa materi SPtLDV, penyajian contoh kontekstual, serta penggunaan bahasa matematis telah sesuai dan mendukung pengembangan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Tabel 4. Hasil Validasi Angket

No	Jenis Instrumen	Validator	RataRata Nilai	Rata-Rata Nilai Validator	Kategori
1	Angket Respon Guru terhadap kepraktisan Bahan Ajar Berbasis <i>Problem Bases Leraning</i> Berbantuan Aplikasi <i>Articulate Storyline</i>	VIA 1	4,81	4,66	Sangat Valid
		VIA 2	4,59		
		VIA 3	4,66		
2	Angket Respon Siswa terhadap kepraktisan Bahan Ajar Berbasis <i>Problem Bases Leraning</i> Berbantuan Aplikasi <i>Articulate Storyline</i>	VIA 1	4,18	4,39	Sangat Valid
		VIA 2	4,40		
		VIA 3	4,39		
3	Angket Respon Siswa terhadap keefektifan Bahan Ajar Berbasis <i>Problem Bases Leraning</i> Berbantuan Aplikasi <i>Articulate Storyline</i>	VIA 1	5	4,66	Sangat Valid
		VIA 2	4		
		VIA 3	5		

Instrumen pendukung penelitian, yaitu angket respon dan tes kemampuan komunikasi matematis, juga menunjukkan tingkat validitas yang sangat tinggi. Angket respon guru dan siswa terhadap kepraktisan serta keefektifan bahan ajar masing-masing memperoleh skor rata-rata 4,66, 4,39, dan 4,66, sedangkan instrumen tes pretest dan posttest dinyatakan layak digunakan oleh para validator.

Kepraktisan Bahan Ajar

Kepraktisan bahan ajar diukur melalui respon guru dan siswa setelah implementasi di kelas. Hasil angket respon guru menunjukkan persentase kepraktisan sebesar 97,27% dengan kategori sangat praktis. Guru menilai bahwa bahan ajar mudah digunakan, sesuai dengan alokasi waktu pembelajaran, dan membantu siswa lebih aktif dalam memahami materi SPtLDV.

Respon siswa terhadap kepraktisan bahan ajar juga menunjukkan hasil yang sangat positif dengan persentase 93,89%. Siswa menyatakan bahwa bahan ajar mudah dioperasikan, menarik, dan dapat digunakan secara fleksibel baik di dalam maupun di luar kelas. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis PBL berbantuan *Articulate Storyline* praktis digunakan dalam pembelajaran matematika SMA.

Keefektifan Bahan Ajar

Keefektifan bahan ajar ditinjau dari respon positif siswa, ketuntasan belajar klasikal, ketercapaian indikator pembelajaran, serta peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Berdasarkan analisis ketuntasan belajar klasikal, terjadi peningkatan yang signifikan dari *pretest* ke *posttest*. Pada *pretest*, hanya 10,7% siswa yang mencapai ketuntasan, sedangkan pada *posttest* meningkat menjadi 92,9% siswa tuntas belajar. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar mampu membantu sebagian besar siswa mencapai standar ketuntasan yang ditetapkan.

Ketercapaian indikator kemampuan komunikasi matematis juga mengalami peningkatan yang signifikan. Pada *pretest*, seluruh indikator (menulis, menggambar, dan ekspresi matematika) belum tercapai. Setelah pembelajaran menggunakan bahan ajar, persentase ketercapaian indikator meningkat menjadi 91,07% untuk indikator menulis, 82,14% untuk menggambar, dan 91,07% untuk ekspresi matematika.

Hasil angket menunjukkan bahwa 100% siswa memberikan respon positif terhadap penggunaan bahan ajar. Hal ini menandakan bahwa bahan ajar mampu meningkatkan motivasi dan ketertarikan siswa dalam pembelajaran matematika.

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa diperkuat oleh hasil analisis N-Gain dengan nilai rata-rata 0,79 yang berada pada kategori tinggi. Sebanyak 85,71% siswa mengalami peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada kategori tinggi, menunjukkan efektivitas bahan ajar yang dikembangkan.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Articulate Storyline* memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Tingginya tingkat validitas menunjukkan bahwa bahan ajar telah sesuai dengan tuntutan kurikulum, karakteristik materi SPtLDV, serta kebutuhan pengembangan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Kepraktisan bahan ajar tercermin dari respon positif guru dan siswa yang menilai bahwa bahan ajar mudah digunakan dan mendukung pembelajaran yang lebih aktif. Integrasi sintaks PBL dengan fitur interaktif dalam *Articulate Storyline* memungkinkan siswa terlibat langsung dalam proses pemecahan masalah, diskusi, dan penyajian ide matematis.

Keefektifan bahan ajar terlihat dari peningkatan ketuntasan belajar, ketercapaian indikator pembelajaran, serta nilai N-Gain yang tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang didukung media interaktif mampu membantu siswa mengomunikasikan ide matematis secara lebih jelas melalui tulisan, gambar, dan ekspresi matematika.

Dengan demikian, bahan ajar yang dikembangkan tidak hanya layak digunakan, tetapi juga berkontribusi positif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X SMA.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan aplikasi *Articulate Storyline* yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X SMAN 21 Medan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Dari segi kevalidan, hasil uji oleh para validator menunjukkan bahwa bahan ajar berada pada kategori sangat valid, dengan rata-rata penilaian ahli materi sebesar 4,75 dan ahli media sebesar 4,56, yang keduanya berada di atas kriteria kevalidan ($\bar{X} > 4,2$). Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar layak digunakan dalam proses pembelajaran matematika. Selanjutnya, kepraktisan bahan ajar juga tergolong sangat praktis, yang ditunjukkan melalui hasil angket respon guru dengan persentase rata-rata 97,27% dan respon siswa sebesar 93,89%, sehingga memenuhi kriteria kepraktisan dengan persentase antara 80% hingga 100%.

Selain itu, penggunaan bahan ajar ini terbukti mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan. Hasil analisis N-Gain menunjukkan nilai sebesar 0,79 yang termasuk dalam kategori tinggi. Sebelum penggunaan bahan ajar, kemampuan komunikasi matematis siswa berada pada kategori rendah dengan rata-rata persentase 10,7% dan nilai rata-rata pretest sebesar 19,4. Setelah penerapan bahan ajar, kemampuan tersebut meningkat ke kategori tinggi dengan rata-rata persentase 92,9% dan nilai rata-rata posttest sebesar 88,1.

Ditinjau dari aspek keefektifan, bahan ajar yang dikembangkan juga memenuhi kriteria efektif. Ketuntasan belajar secara klasikal tercapai karena lebih dari 85% siswa memperoleh nilai ≥ 75 pada posttest, berbeda dengan hasil pretest yang menunjukkan sebagian besar siswa belum mencapai KKM. Selain itu, ketercapaian tujuan pembelajaran mencapai lebih dari 75% pada seluruh indikator kemampuan komunikasi matematis, yaitu menulis (*written text*), menggambar (*drawing*), dan ekspresi matematika (*mathematical expression*), yang masing-masing mengalami peningkatan signifikan dari pretest ke posttest. Respon siswa terhadap bahan ajar juga sangat positif dengan persentase mencapai 100%, di mana siswa menilai tampilan bahan ajar menarik, materi mudah dipahami, serta fitur video dan kuis membantu meningkatkan keaktifan dan pemahaman konsep Sistem Pertidaksamaan Linear Dua Variabel. Dengan demikian, bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Articulate Storyline* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa dan layak digunakan dalam pembelajaran matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderha, R. R., & Maskar, S. (2020). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Pada Pembelajaran Daring Materi Eksponensial. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 1(2), 1–7.
- Anggraini, D., & Yunarti, Y. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Articulate Storyline 3 dengan Pendekatan Realistik untuk Meningkatkan Komunikasi Matematis. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 8(1), 99–110.
- Bakar, M. T., Suratno, J., & Jalal, A. (2022). Komunikasi Matematis: Jenis, Standar, Peranan, Pengembangan, Dan Keefektifannya. *Jurnal Pendidikan Guru Matematika*, 2(2), 1–23.
- Butar, F. E. B., Sidabutar, R., & Sauduran, G. N. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 2(2), 420–426.
- Dawis, A. M., Meylani, Y., Heryana, N., Alfathoni, M. A. M., Sriwahyuni, E., Ristiyana, R., Januarsari, Y., Wiratmo, P. A., Dasman, S., Mulyani, S., Agit, A., Shoffa, S., & Baali, Y.

(2023). *Pengantar Metodologi Penelitian*.

Effendy, O. U. (2000). Ilmu Komunikasi, Teori dan Praktek. In *Komunikasi dalam sebuah organisasi*.

Fatoni Sholihin, K., Latifah, R., Kiranasari, S. P., Nu'man, M., Studi, P., Matematika, P., Tarbiyah, I., Keguruan, D., Negeri, I., & Kalijaga, S. (2024). Kholifatul Fatoni Sholihin et al Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik pada Pembelajaran Matematika Terintegrasi dengan Kebudayaan. *JEID: Journal of Educational Integration and Development*, 4(2), 2024.

Handayani, A., & Koeswanti, H. D. (2021). Meta-Analisis Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1349–1355.

Hermansyah. (2020). Problem Based Learning in Indonesian Learning. *Social, Humanities, and Educations Studies (SHEs): Conference Series*, 3(3), 2257–2262.

Huda, N., & Khotimah, N. (2023). Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Literasi Matematika Siswa. *Mathema: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 299.

Kementerian pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Matematika Kelas X*.

Kiki Fatmawati, M. Syahrani Jailani, Jum'atun Hasanah, & Rinja Efendi. (2023). Validitas, Praktikalitas, Dan Efektivitas Modul Ajar Berbasis Kontekstual. *Primary Education Journal (Pej)*, 7(1), 20–28.

Lestari, E. P., & Lestari, N. P. (2023). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Tertulis Siswa Berdasarkan Gaya Belajar Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 2501–2516.

Lubis, R. N., Meiliasari, & Rahayu, W. (2023). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 7(2), 23–34.

Maulya, M. A. (2020). *Paradigma Pembelajaran Matematika Berbasis NCTM*

Mayasari, A., Arifudin, O., & Juliawati, E. (2022). Implementasi Model Problem Based Learning (Pbl) Dalam Meningkatkan Keaktifan Pembelajaran. *Jurnal Tahsinia*, 3(2), 167–175.

Maylani, R., & Sumardi, S. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Articulate Storyline 3 Berbasis Android untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 427–440.

Meganta P, E. R., Syahputra, E., & Ahyaningsih, F. (2023). Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Pendidikan Matematika Realistik Berbantuan Media Animasi untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 392–401.

Mulyadi, K., & Ratnaningsih, N. (2022). Analisis Pencapaian Dan Kendala Penerapan Problem Based Learning Pada Pembelajaran Tatap Muka Terbatas (Ptmt). *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 3(1), 37.

Nasruddin. (2018). Pengembangan Bahan Ajar. In T. P. Ari Yanto (Ed.), *PTGLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI Redaksi* (Issue Mkb 7056). PTGLOBAL EKSEKUTIF

TEKNOLOGI Redaksi.

- Oktavia, R., Ruswana, A. M., & Zamnah, L. N. (2022). Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP pada Artikel Jurnal Nasional. *Prosiding Galuh Mathematics National Conference (GAMMA NC) 2022, 2021*, 224–239.
- Riyanto, O. R., Semarang, U. N., Oktaviyanthi, R., & Raya, U. S. (2024). *Kemampuan Matematis* (Issue July).
- Sa'adah, N. R., & Sumartini, T. S. (2021). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP pada Materi Statistika. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(3), 505–518.
- Safithri, R., & Saputri, R. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Problem Based Learning Materi SPLDV Kelas X SMA. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 784–795.
- Sahir, S. H. (2022). *Metodologi Penelitian* (M. S. Dr. Ir. Try Koryati (ed.)). KBM Indonesia.
- Sarassanti, Y. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Sistem Persamaan Linear Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Implementasi Riset Berbasis Keilmuan Di Era Society 5.0, November*, 164–167.
- Setiawan, T., Sumilat, J. M., Paruntu, N. M., & Monigir, N. N. (2022). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning dan Problem Based Learning pada Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(6), 9736–9744.
- Simamora, R. (2022). Manfaat Media Pembelajaran Bagi Pencapaian Tujuan Pembelajaran Siswa Sekolah Dasar. *FITK UIN-SU Medan*, VII(1), 88–100.
- Sinaga, W., Parhusip, B. H., Tarigan, R., & Sitepu, S. (2021). Perkembangan Matematika Dalam Filsafat dan Aliran Formalisme Yang Terkandung Dalam Filsafat Matematika [The Development of Mathematics in Philosophy and the School of Formalism Contained in Mathematical Philosophy]. *SEPREN: Journal of Mathematics Education and Applied*, 02(02), 17–22.
- Sugiono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Issue January).
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D* (Sutopo (ed.); Vol. 11, Issue 1). Alfabeta.
- Suhenda, L. L. A., & Munandar, D. R. (2023). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 9(2), 1100–1107.
- Suprihatin, S., & Manik, Y. M. (2020). Guru Menginovasi Bahan Ajar Sebagai Langkah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *PROMOSI (Jurnal Pendidikan Ekonomi)*, 8(1), 65–72.
- Susanto, D., Kurniawan, T., Sihombing, S. K., Salim, E., Magdalena, M., Radjawane, Salmah, U., & Wardani, A. K. (2021). *Matematika BS Kelas X Revisi*.
- Syawaly, A. M., & Hayun, M. (2020). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Representasi Matematis Siswa Sekolah Dasar. *Instruksional*, 2(1), 10.
- Usman, M. R., Tahir, S. R., Nursyam, A., Makassar, U. M., Bone, U. M., Matematis, K. K., & Kolb, G. B. (2024). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Pada Soal SPLDV Ditinjau dari Gaya Belajar Kolb. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)*,

Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning Berbantuan Aplikasi Articulate Storyline Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMAN 21 Medan
Bernat Parulian Purbal, Asmin2
7(2), 25–35.

Waluya, A. K., Abidin, Z., & Wulandari, T. C. (2021). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Motivasi Belajar Peserta Didik. *Prosiding Konferensi Ilmiah Pendidikan*, 16(25), 60–71.

Wardani, O. P., Pujiastuti, H., & ihsanudin. (2022). Pengembangan media pembelajaran interaktif dengan konteks budaya lokal untuk memfasilitasi kemampuan komunikasi Matematis siswa pada materi Aritmetika Sosial. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 06(02), 2160–2175.

Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230.

Yumi Sarassanti, Rindah Permatasari, S. W. (2021). *Sistem Persamaan Linear*.