

Pengembangan E-Modul Flipbook Berbasis *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa

Tasya Anindya Rahma  Universitas Muhammadiyah Jember
Rohmad Wahid Rhomdani, Universitas Muhammadiyah Jember

 tasyaanindya.r@gmail.com

Abstract: Improving mathematical communication skills is one of the challenges in learning mathematics in high school. This study aims to develop and evaluate a flipbook-based e-module integrated with the Problem Based Learning (PBL) approach to enhance high school students' mathematical communication skills in scatter plot material. Using the Research and Development (R&D) method with the Plomp model, the study consisted of three stages: preliminary research, prototyping, and assessment. The subjects were 11th-grade students (class XI.4) at SMAN 5 Jember. Validation results from experts showed that the e-module was highly valid, with a score of 88.75%. Practicality tests via teacher and student questionnaires yielded an average score of 90%, indicating that the module is highly practical for classroom use. Effectiveness was measured by comparing pretest and posttest scores, revealing an average N-Gain of 0.54 (moderate category). The findings demonstrate that the developed PBL-based flipbook e-module is feasible, practical, and effective for implementation in learning, significantly improving students' mathematical communication skills.

Keywords: e-module, flipbook, problem based learning, mathematical communication skills

Abstrak: Peningkatan kemampuan komunikasi matematis merupakan salah satu tantangan dalam pembelajaran matematika di SMA. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi *e-modul flipbook* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa SMA pada materi diagram pencar. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Plomp, yang meliputi tiga tahap: *preliminary research*, *prototyping*, dan *assessment*. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI.4 SMAN 5 Jember. Hasil validasi oleh validator menunjukkan bahwa *e-modul* tergolong sangat valid dengan persentase 88,75%. Uji kepraktisan melalui angket guru dan siswa memperoleh rata-rata 90%, menunjukkan modul sangat praktis untuk digunakan. Efektivitas modul diuji melalui perbandingan skor *pretest* dan *posttest*, dengan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,54 yang masuk kategori sedang. Berdasarkan hasil ini diketahui bahwa *e-modul flipbook* berbasis PBL yang dikembangkan dapat dinyatakan layak, praktis, dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran dan secara signifikan mampu berpengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa

Kata kunci: e-modul, flipbook, problem based learning, kemampuan komunikasi matematis

Received: 30 Oktober 2025

Approved: 30 Oktober 2025

Published: 31 Desember 2025

Citation: Anindya Rahma, Tasya and Rohmad Wahid Rhomdani. "Pengembangan E-Modul *Flipbook* Berbasis *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa." *Kaisa: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* 5, no. 2 (Desember 31, 2025): 177-187



Copyright ©2025 Tasya Anindya Rahma and Rohmad Wahid Rhomdani.

Published by Jurusan Tarbiyah dan Keguruan STAIN Bengkalis.

This work is licensed under the [CC BY NC SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu proses yang menggunakan metode tertentu dengan tujuan memastikan individu memperoleh pengetahuan, pemahaman, serta perilaku yang sesuai. Seiring perkembangan era globalisasi, pemahaman mengenai metode pembelajaran di sekolah semakin berkembang. Seiring kemajuan bidang teknologi informasi, keterampilan dalam mengoperasikan dan memanfaatkannya juga menjadi hal yang penting. Seluruh kemampuan tersebut adalah bagian dari keterampilan abad 21.¹ Oleh sebab itu, pengembangan keterampilan abad 21 menjadi hal yang esensial dalam menghadapi tantangan di era sekarang. Menurut NCTM, pembelajaran matematika menuntut penguasaan keterampilan penting seperti penalaran, kemampuan berkomunikasi, pemecahan masalah, membangun keterkaitan konsep serta menyajikan ide dalam representasi.² Oleh karena itu, pembelajaran matematika memiliki keterkaitan yang kuat dengan pengembangan keterampilan abad ke-21.³

Matematika adalah pembelajaran yang bersifat abstrak karena menuntut pemahaman terhadap konsep-konsep teoritis dan penggunaan logika deduktif dalam proses berpikir.⁴ Kemampuan komunikasi matematis merupakan salah satu kompetensi esensial yang perlu dikuasai oleh setiap siswa dalam proses pembelajaran. Menurut NTCM, komunikasi matematis adalah sarana bagi siswa untuk menyampaikan ide-ide matematika dalam bentuk lisan, tertulis, melalui gambar, diagram, alat peraga, bentuk aljabar, maupun simbol matematika. Melalui kemampuan ini, siswa dapat memiliki mengekspresikan matematika (*mathematical expression*), menulis dan menjelaskan ide matematika (*written text*), dan kemampuan menggambar (*drawing*), yang mencakup keterampilan menyampaikan ide matematis melalui gambar, diagram, grafik, atau tabel. Pernyataan ini menegaskan bahwa komunikasi matematis memegang peran yang penting dalam mendukung efektivitas pembelajaran matematika.⁵ keterampilan abad ke-21, khususnya komunikasi matematis, sangat penting dalam pembelajaran matematika. Hasil observasi pada kelas XI.4 SMAN 5 Jember, ditemukan bahwa kemampuan siswa saat memahami serta

¹ Gendis Surya Kinanthi, Natasya Fadilla Saputri, and Nur Aini Rosita, "Pentingnya Pengembangan Kompetensi Profesionalisme Guru Dalam Menghadapi Transformasi Pendidikan Abad 21," in *Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series*, vol. 7, 2024, 729–738.

² NCTM, *Principles and Standards for School Mathematics* (Reston: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc. 1906 Association Drive, 2000).

³ Hardika Saputra, "Penguatan Kemampuan Peserta Didik Dalam Menghadapi Era Society 5.0 Melalui Pembelajaran Matematika," *Jurnal Pendidikan Bhinneka Tunggal Ika* 2, no. 2 (2024): 287–302.

⁴ Siti Aisah and Wirandani, "Analisis Pemahaman Konsep Matematika Pada Materi Luas Bangun Datar Melalui Pendekatan Realistic Mathematic Education (RME)," *Risalah: Jurnal Pendidikan dan Studi Islam* 11, no. 1 (2025): 304–312.

⁵ Putri Kurnia Wati and Rismawati Sipahutar, "Pengaplikasian Model Problem-Based Learning (PBL) Berbantuan Media Audiovisual Dalam Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa," *EDUCOFA: Jurnal Pendidikan Matematika* 1, no. 2 (2024): 1–20.

menyelesaikan permasalahan kontekstual cukup bervariasi. Beberapa siswa mengalami kesulitan dalam mengungkapkan gagasan mereka menggunakan kata-kata sendiri, serta belum mampu merepresentasikan ide-ide tersebut secara visual dengan baik. Permasalahan ini berasal dari model pembelajaran yang cenderung pasif, di mana guru lebih sering mendominasi kegiatan belajar-mengajar dengan menyampaikan materi secara langsung, sementara siswa hanya mendengarkan dan mengerjakan soal tanpa banyak terlibat dalam diskusi atau eksplorasi mandiri. Pendekatan pembelajaran yang bersifat satu arah ini menyebabkan siswa cenderung menerima informasi tanpa mengembangkan kemampuan komunikasi aktif mereka. Kurangnya pemanfaatan media dalam pembelajaran yang bersifat interaktif dan menarik adalah salah satu faktor penghambat dalam menciptakan lingkungan belajar yang memotivasi siswa.⁶

Model *Problem Based Learning* (PBL) dianggap relevan diterapkan dalam proses pembelajaran.⁷ PBL adalah strategi pembelajaran dengan menyajikan materi melalui pengenalan suatu masalah, memotivasi siswa untuk mengajukan pertanyaan, melakukan eksplorasi, serta mendorong terjadinya dialog aktif. Pendekatan ini berpotensi besar dalam menumbuhkan dan memperdalam keterampilan komunikasi matematis siswa secara signifikan.⁸ Penelitian oleh Putra et al., menunjukkan penerapan model PBL dalam materi segiempat di semester genap di kelas VII mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan.⁹

Model PBL dapat diimplementasikan dengan dukungan berbagai media, pengembangan *e-modul flipbook* berbasis PBL menjadi salah satu solusi yang dinilai relevan dan potensial. *E-modul* adalah bentuk media pembelajaran dalam format digital, yang bertujuan untuk mendukung siswa dalam menguasai keterampilan.¹⁰ *Flipbook* sebagai media digital interaktif memungkinkan penyajian materi pembelajaran yang lebih dinamis, menarik, dan mendukung pembelajaran mandiri. *E-modul Flipbook* adalah salah satu media ajar berbasis virtual yang disajikan dalam bentuk teks, namun juga dilengkapi dengan elemen visual seperti gambar, video, audio, latar musik, animasi, hingga permainan interaktif.¹¹ Penelitian Cahyani mengungkapkan bahwa media pembelajaran matematika

⁶ Enni Setyorini, Sukarmin, and Harlita, "Efektivitas Penggunaan Flipbook Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Di SMA / SMK: Tinjauan Literatur," in *Proceeding Biology Education Conference*, vol. 21, 2024, 129–135.

⁷ Indha Yunitasari and Agustina Tyas Asri Hardini, "Penerapan Model PBL Untuk Meningkatkan Keaktifan Peserta Didik Dalam Pembelajaran Daring Di Sekolah Dasar," *Jurnal Basicedu* 5, no. 4 (2021): 1700–1708.

⁸ Naafi Emma Kurnia, Annisa Swastika, and Sri Lestari, "Efforts to Improve Mathematical Communication and Collaboration Skills Through the Problem-Based Learning (PBL) Model," *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA* 10, no. 1 (2024): 112–120.

⁹ Aji Permana Putra and Yenny Anggreini Sarumaha, "Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Kelas VII SMP," *APOTEMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematik* 10, no. 2 (2024): 195–203.

¹⁰ Kuntum An Nisa Imania et al., "Pengembangan E-Modul Berbasis Flipbook Pada Materi Aplikasi Perkantoran Mata Pelajaran Informatika Di SMPN 6 Garut," *PETIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi* 11, no. 1 (2025): 79–98.

¹¹ Elwita Nafa Fitria, Yadi Ardiawan, and Hartono, "E-Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Dalam Materi Aljabar Pada Siswa Kelas VII," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar* 10, no. 1 (2025): 98–105.

berbasis flipbook pada materi bangun datar terbukti valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.¹²

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, dilakukan pengembangan *e-modul flipbook* berbasis PBL terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu dapat mengetahui kelayakan, kepraktisan serta keefektifan *e-modul flipbook* pada materi diagram pencar kelas XI SMA Negeri 5 Jember. E-modul yang dirancang diharapkan mampu mendukung siswa dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis sekaligus memberikan kemudahan bagi mereka untuk belajar secara mandiri.

METODE

Penelitian pengembangan e-modul ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model Plomp yang mencakup tiga tahap yaitu tahap pendahuluan (*preliminary research*) analisis kebutuhan siswa (needs analysis), tahap prototipe (*prototyping phase*) pada tahap ini dilaksanakan pengembangan produk dimulai dari desain awal, revisi, dan uji coba terbatas (*formative evaluation*), dan evaluasi (*assessment phase*) pada tahapan ini dilaksanakan uji coba pada siswa diluar sampel.¹³ Penelitian ini dilakukan di SMAN 5 Jember pada siswa kelas XI.4. Produk akhir dari penelitian ini berupa *e-modul Flipbook* berbasis PBL terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi diagram pencar kelas XI.

Teknik pengumpulan data penelitian ini terdiri atas dua kategori, yaitu teknik utama dan teknik pendukung. Teknik pengumpulan data utama mencakup penggunaan lembar validasi serta tes untuk memperoleh data yang berkaitan langsung dengan kevalidan dan efektivitas produk. Di sisi lain, teknik pendukung dilakukan melalui penyebaran angket respon guru dan siswa, yang menjadi acuan untuk menilai kepraktisan dan menggali lebih dalam persepsi dan tanggapan terhadap pengembangan produk. Dalam menganalisis data yang diperoleh, analisis yang diterapkan penelitian ini terdapat tiga jenis, yaitu analisis validitas, analisis kepraktisan, dan analisis keefektifan. Proses validasi dilakukan oleh dua orang validator yang menilai berdasarkan empat aspek utama, yaitu isi, materi, penyajian, dan bahasa. Untuk menghitung tingkat validitas, digunakan rumus kevalidan sebagaimana yang dikemukakan oleh Ainurro'syadah.¹⁴

$$V = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan:

V : Persentase Validitas

¹² Winda Dwi Cahyani, Nyiayu Fahriza Fuadiah, and Nora Surmilasari, "Pengembangan Media Pembelajaran Flipbook Matematika Materi Bangun Datar Kelas IV Sekolah Dasar," *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)* 11, no. 2 (2023): 488–499.

¹³ Tjeerd Plomp and Nienke Nieveen, *Educational Design Research* (Netherlands: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO), 2013).

¹⁴ Linda Dwi Kusuma Ainurro'syadah, Zainur Rasyid Ridlo, and Nur Ahmad, "Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi Dengan Google Colaboratory Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa," *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA* 6, no. 4 (2024): 1270–1279.

- Σx : Total skor keseluruhan
 Σxi : Total skor maksimum

Hasil analisis validitas oleh para ahli dari *e-modul flipbook* berbasis PBL yang diukur dengan skala likert, disajikan dalam Tabel berikut:

Tabel 1. Kriteria kelayakan

Presentase	Kriteria kelayakan
81% - 100%	Sangat Valid atau siap digunakan tanpa perlu perbaikan
61% - 80%	Valid untuk digunakan dengan perbaikan kecil
41% - 60%	Kurang valid atau disarankan tidak digunakan dengan perbaikan yang banyak
21% - 40%	Tidak valid atau tidak diperbolehkan digunakan
0% - 20%	Sangat tidak valid, tidak diperbolehkan digunakan

Sumber: Akbar, 2017¹⁵

Analisis kepraktisan diuji menggunakan hasil angket respon guru dan siswa, sebagai dasar untuk menganalisis dan menentukan tingkat kepraktisan e-modul. Hasil angket respon siswa dan guru dihitung dengan rumus berikut:

$$V_p = \frac{\text{Total Skor}}{Smax} \times 100\%$$

Keterangan:

V_p : Validitas kepraktisan

$Smax$: Skor maksimum

Tingkat kepraktisan dari *e-modul flipbook* berbasis PBL yang disusun, dapat dilihat dari kriteria kepraktisan modul dalam Tabel berikut:

Tabel 2. Kriteria kepraktisan

Presentase	Kriteria kepraktisan
86% - 100%	Sangat praktis
76% - 85%	Praktis
60% - 75%	Cukup praktis
45% - 59%	Kurang praktis
0% - 44%	Tidak praktis

Sumber: Adaptasi dari Amaliyah et al., 2024¹⁶

¹⁵ Sa'dun Akbar, *Instrumen Perangkat Pembelajaran* (Bandung: Remaja Rosda Karya, 2017).

¹⁶ Dina Inti Amaliyah et al., "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning Dalam Bentuk Flipbook Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis," *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)* 9, no. 2 (2023): 293-304.

Data keefektifan dianalisis berdasarkan hasil pretest, posttest, dan angket respons siswa. Sedangkan kemampuan komunikasi matematis siswa dievaluasi melalui uji *N-Gain* dengan rumus yang telah ditetapkan sebagai berikut:¹⁷

$$g = \frac{S_{\text{posttest}} - S_{\text{pretest}}}{S_{\text{max}} - S_{\text{pretest}}}$$

Keterangan:

- g : Skor gain
 S_{pretest} : Skor pretest
 S_{posttest} : Skor posttest
 S_{max} : Skor maksimum

Kriteria *N-Gain* pada kemampuan komunikasi matematis dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, pada Tabel berikut:

Tabel 3. Kriteria *N-Gain*

Presentase	Kriteria <i>N-Gain</i>
$g \geq 0.7$	Tinggi
$0.3 \leq g < 0.7$	Sedang
$g < 0.3$	Rendah

Sumber: Adaptasi dari Ambarwati et.al, 2022¹⁸

HASIL DAN PEMBAHASAN

E-Modul Flipbook berbasis PBL terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa SMA merupakan produk yang dihasilkan dari penelitian yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan model Plomp yang terdiri dari tiga tahap, yaitu *preliminary research*, *prototyping phase*, dan *assessment phase*.

Tahap Pendahuluan (*Preliminary Research*)

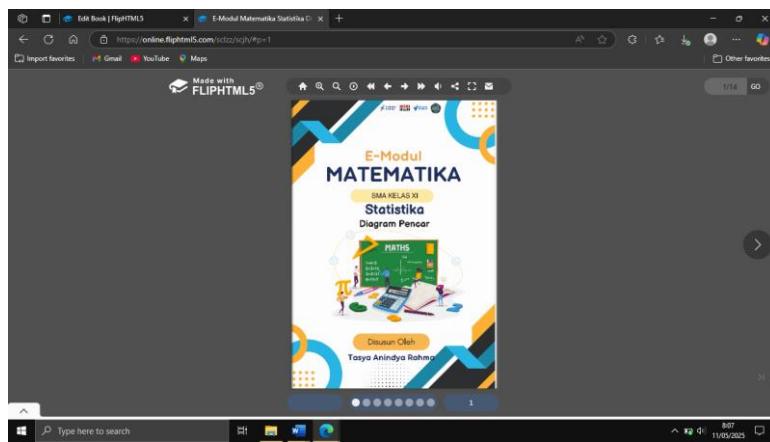
Tahap awal investigasi dalam model pengembangan Plomp, yang sering disebut sebagai tahap analisis masalah atau analisis kebutuhan, mencakup beberapa langkah penting seperti identifikasi kebutuhan, analisis kurikulum, serta telaah materi pembelajaran. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan menelaah penggunaan model serta media pembelajaran yang telah diterapkan, di mana hasil wawancara menunjukkan bahwa guru cenderung mengandalkan metode ceramah serta diskusi. Selain itu, belum terdapat penerapan *e-modul flipbook* yang terintegrasi dengan model PBL. Dalam hal analisis kurikulum dan materi, diketahui bahwa sekolah ini mengadopsi Kurikulum Merdeka, sehingga pengembangan modul harus disesuaikan dengan indikator capaian pembelajaran yang ditetapkan dalam kurikulum tersebut. Adapun topik yang diangkat dalam *e-modul* adalah materi tentang diagram pencar untuk siswa kelas XI.

Tahap Prototipe (*Prototyping Phase*)

¹⁷ Richard R. Hake, "Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses," *American Journal of Physics* 66, no. 1 (1998): 64–74.

¹⁸ Yuriana Eva Ambarwati, Priyo Bambang Darminto, and Puji Nugraheni, "Pengembangan Media Pembelajaran Flipbook Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa," *Jurnal Inovasi pendidikan Matematika* 4, no. 2 (2022): 33–43.

Pada tahap prototipe, *e-modul flipbook* dirancang menggunakan Canva dan modul ajar disusun melalui Microsoft Word, dengan mengacu pada sintaks PBL serta indikator kemampuan komunikasi matematis. asil desain dari Canva kemudian diekspor dalam format PDF dan diunggah ke situs Fliphml5. E-modul ini dikembangkan berdasarkan materi diagram pencar dan memuat tahapan-tahapan dalam model pembelajaran berbasis masalah. Secara keseluruhan, prototipe *e-modul* memuat 1) pemaparan masalah, 2) materi, 3) aktivitas individu, dan 4) latihan dan proyek terkait dengan materi diagram pencar. Tampilan prototipe *e-modul* berbasis PBL pada materi diagram pencar dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tampilan prototipe *e-modul*

Tahap Evaluasi (Assessment phase)

Pada tahap evaluasi, dua guru matematika selaku validator ahli materi dan media menilai *e-modul* yang telah dikembangkan, kemudian skor validasi dihitung dan dianalisis dengan rumus rata-rata persentase total setiap aspek untuk menentukan kategori kevalidannya, seperti ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 4. Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Aspek yang Dinilai	Skor Interval (%)		Rata-rata (%)	Kriteria
	V1	V2		
Isi dan Materi	92	85	88,5	Sangat Valid
Penyajian	93	90	91,5	Sangat Valid
Bahasa	90	85	87,5	Sangat Valid
Media	92	83	87,5	Sangat Valid
Rata-rata	91,75	85,75	88,75	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 4. penilaian dari validator pembelajaran, dapat diartikan *e-modul flipbook* berbasis PBL dengan persentase sebesar 88,75% dikatakan sangat valid. Selain itu, penilaian dilihat pada aspek isi aspek isi dan materi, penyajian, bahasa, serta media dari produk. Evaluasi dilakukan dengan didasarkan saran dan komentar dari

validator, lalu digunakan sebagai landasan perbaikan agar kualitas *e-modul* semakin optimal.

Setelah *e-modul* ini mendapat validasi dari para validator, modul tersebut siap diimplementasikan dan selanjutnya diuji coba secara terbatas di kelas XI.4 untuk mengukur tingkat kepraktisananya. Tingkat kepraktisan modul digital interaktif hasil pengembangan penelitian ini dievaluasi berdasarkan skor angket respon oleh guru dan siswa setelah dilaksanakan uji coba terbatas terhadap sampel yang terdiri dari 10 orang siswa. Hasil analisis angket tersebut disajikan berikut.

Tabel 5. Kriteria kepraktisan

Responden	Presentase rata-rata (%)	Kriteria
Guru	94	Sangat Praktis
Siswa	86	Praktis
Total	90	Sangat praktis

Berdasarkan Tabel 5, nilai kepraktisan berdasarkan respon guru mencapai 94%, masuk dalam kriteria Sangat Praktis, dapat diketahui bahwa *e-modul* sangat mudah digunakan ketika proses pembelajaran, mulai dari segi isi serta tampilan. Respon siswa memperoleh nilai 86%, tergolong Praktis, menandakan bahwa siswa dapat mengikuti pembelajaran dengan nyaman, memahami materi dengan baik, dan merasa tertarik dengan media pembelajaran yang digunakan. Secara keseluruhan, dengan rata-rata 90%, *e-modul flipbook* berbasis PBL ini dikategorikan Sangat Praktis dan bisa digunakan kegiatan pembelajaran matematika di kelas XI.

Keefektifan *e-modul* ini dievaluasi dengan membandingkan nilai pretest dan posttest untuk mengamati perkembangan kemampuan komunikasi matematis siswa dari sebelum dan setelah kegiatan pembelajaran dengan *e-modul flipbook* berbasis PBL, lalu dihitung dengan rumus *N-Gain* dan ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis *N-Gain*

	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-rata	<i>N-Gain</i>	Kriteria <i>N-Gain</i>
Pretest	52	74	63		
Posttest	70	96	83	0,54	Sedang

Berdasarkan Tabel 6, hasil pretest menunjukkan bahwa sebelum menggunakan *e-modul*, rata-rata dari nilai kemampuan komunikasi matematis siswa yaitu 63 dari 100, dengan nilai tertinggi 74 dan terendah 52. Setelah pembelajaran menggunakan *e-modul*, nilai rata-rata meningkat menjadi 83, dengan nilai tertinggi 96 dan terendah 70. Efektivitas media ini terbukti signifikan dengan kategori *N-Gain* "sedang," yang menandakan bahwa penggunaan *e-modul flipbook* berbasis PBL memberikan kontribusi positif terhadap pemahaman serta ekspresi matematis siswa.

Hasil validasi yang dilakukan oleh validator dapat menunjukkan bahwa *e-modul flipbook* berbasis PBL memenuhi standar kelayakan dengan perolehan skor rata-rata 88,75%, tergolong dalam kategori sangat valid. Hal ini membuktikan bahwa konten, penyajian materi, penggunaan bahasa, serta desain media dalam *e-modul* telah dirancang secara terstruktur dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran matematika kelas XI,

khususnya pada materi diagram pencar. Sebagai langkah lanjutan, uji coba terbatas dilakukan pada kelas XI sebanyak 10 siswa untuk menilai kepraktisan modul. Berdasarkan respon guru dan siswa melalui angket, *e-modul* dinilai sangat praktis dengan skor rata-rata 90% (guru: 94%, siswa: 86%). Temuan ini tidak hanya memperkuat validitas modul secara teoritis, tetapi juga membuktikan bahwa *e-modul* dapat diimplementasikan secara efektif dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Analisis hasil *pretest* dan *posttest* menunjukkan adanya pengaruh signifikan dalam kemampuan komunikasi matematis siswa. Hasil dari rata-rata nilai siswa meningkat dari 63 menjadi 83 setelah menggunakan *e-modul*, dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,54 yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan PBL dalam modul berhasil mendorong siswa untuk dapat mengekspresikan matematika, kemampuan menggambar, serta menulis atau menjelaskan ide matematika dengan lebih baik. *E-modul flipbook* berbasis PBL terbukti efektif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Peningkatan signifikan skor rata-rata siswa dari *pretest* ke *posttest*, mengindikasikan dampak positif penggunaan modul ini. Sejalan dengan temuan ini, penelitian Kusumawardhani et al., membuktikan bahwa model PBL berkontribusi terhadap kemampuan komunikasi matematis, sebagaimana terlihat pada hasil tes siswa.¹⁹ Selain itu, temuan serupa juga dikemukakan oleh Indrasari et al., yang menyatakan bahwa modul ajar berbasis PBL efektif dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa.²⁰ Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi model PBL dengan media *e-modul flipbook* adalah pendekatan yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan keterampilan esensial seperti komunikasi matematis, khususnya dalam konteks Kurikulum Merdeka

SIMPULAN

Berdasarkan seluruh hasil analisis data, *e-modul flipbook* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) untuk materi diagram pencar kelas XI SMA telah berhasil dikembangkan dengan memenuhi tiga kriteria utama yaitu kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Hasil validasi oleh ahli materi dan media memperoleh skor 88,75%, mengindikasikan kelayakan yang sangat baik untuk implementasi di kelas. Hasil uji coba terbatas memperlihatkan kepraktisan penggunaan modul di kelas, dengan respon positif dari guru (94%) dan siswa (86%), serta rata-rata kepraktisan sebesar 90%. Efektivitas modul juga dibuktikan melalui peningkatan nilai rata-rata siswa dari 63 pada *pretest* menjadi 83 pada *posttest*, didukung nilai *N-Gain* 0,54 dengan kategori sedang yang menunjukkan pengaruh nyata terhadap kemampuan komunikasi matematis.

Modul ini memiliki sejumlah keunggulan, terutama pada penerapan sintaks *Problem Based Learning* yang efektif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa, didukung oleh tampilan visual *flipbook* yang menarik serta interaktif, dan penyelarasan kontennya dengan Kurikulum Merdeka yang sedang diterapkan. Secara keseluruhan, *e-modul* ini berpotensi kuat menjadi media pembelajaran yang inovatif dan relevan, khususnya dalam mendukung

¹⁹ Anisa Kusumawardhani, Erni Widiyastuti, and Abdul Aziz Hidayat, "Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Dengan Problem Based Learning Terintegrasi Pembelajaran Berdiferensiasi Berbantuan E-Modul Flipbook," *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* 7, no. 1 (2024): 59–67.

²⁰ Triana Indrasari, Erni Puji Astuti, and Heru Kurniawan, "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa," *JLEB: Journal of Law, Education and Business* 1, no. 2 (2023): 802–812.

penguatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan adanya pengembangan lebih lanjut terhadap *e-modul flipbook* berbasis PBL, khususnya pada materi diagram pencar untuk kelas XI. Pengembangan ini diharapkan tidak hanya menambah literatur media pembelajaran. berkontribusi pada pengembangan media pembelajaran inovatif dan relevan. bagi peneliti selanjutnya, misalnya: Melakukan uji coba pada sampel yang lebih besar atau di sekolah lain untuk menguji generalisasi produk, Melakukan penelitian kualitatif untuk menggali lebih dalam persepsi siswa dan guru.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurro'sydhah, Linda Dwi Kusuma, Zainur Rasyid Ridlo, and Nur Ahmad. "Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi Dengan Google Colaboratory Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa." *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA* 6, no. 4 (2024): 1270–1279.
- Aisah, Siti, and Wirandani. "Analisis Pemahaman Konsep Matematika Pada Materi Luas Bangun Datar Melalui Pendekatan Realistic Mathematic Education (RME)." *Risalah: Jurnal Pendidikan dan Studi Islam* 11, no. 1 (2025): 304–312.
- Akbar, Sa'dun. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosda Karya, 2017.
- Amaliyah, Dina Inti, Riawan Yudi Purwoko, Heru Kurniawan, and Teguh Wibowo. "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning Dalam Bentuk Flipbook Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis." *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)* 9, no. 2 (2023): 293–304. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v9i2.4652>
- Ambarwati, Yuriana Eva, Priyo Bambang Darminto, and Puji Nugraheni. "Pengembangan Media Pembelajaran Flipbook Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa." *Jurnal Inovasi pendidikan Matematika* 4, no. 2 (2022): 33–43.
- Cahyani, Winda Dwi, Nyiayu Fahriza Fuadiah, and Nora Surmilasari. "Pengembangan Media Pembelajaran Flipbook Matematika Materi Bangun Datar Kelas IV Sekolah Dasar." *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)* 11, no. 2 (2023): 488–499. <https://doi.org/10.25273/jipm.v11i2.17304>
- Fitria, Elwita Nafa, Yadi Ardiawan, and Hartono. "E-Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Dalam Materi Aljabar Pada Siswa Kelas VII." *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar* 10, no. 1 (2025): 98–105.
- Hake, Richard R. "Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses." *American Journal of Physics* 66, no. 1 (1998): 64–74.
- Imania, Kuntum An Nisa, Yuniar Purwanti, Siti Husnul Bariah, Demmy Dharma, and Vilma Septiani. "Pengembangan E-Modul Berbasis Flipbook Pada Materi Aplikasi Perkantoran Mata Pelajaran Informatika Di SMPN 6 Garut." *PETIK : Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi* 11, no. 1 (2025): 79–98.

Indrasari, Triana, Erni Puji Astuti, and Heru Kurniawan. "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa." *JLEB: Journal of Law, Education and Business* 1, no. 2 (2023): 802-812. <https://doi.org/10.57235/jleb.v1i2.1156>

Kinanthy, Gendis Surya, Natasya Fadilla Saputri, and Nur Aini Rosita. "Pentingnya Pengembangan Kompetensi Profesionalisme Guru Dalam Menghadapi Transformasi Pendidikan Abad 21." In *Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series*, 7:729-738, 2024.

Kurnia, Naafi Emma, Annisa Swastika, and Sri Lestari. "Efforts to Improve Mathematical Communication and Collaboration Skills Through the Problem-Based Learning (PBL) Model." *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA* 10, no. 1 (2024): 112-120.

Kusumawardhani, Anisa, Erni Widiyastuti, and Abdul Aziz Hidayat. "Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Dengan Problem Based Learning Terintegrasi Pembelajaran Berdiferensiasi Berbantuan E-Modul Flipbook." *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* 7, no. 1 (2024): 59-67. <https://doi.org/10.24176/anargya.v7i1.12808>

NCTM. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc. 1906 Association Drive, 2000.

Plomp, Tjeerd, and Nienke Nieveen. *Educational Design Research*. Netherlands: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO), 2013.

Putra, Aji Permana, and Yenny Anggreini Sarumaha. "Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Kelas VII SMP." *APOTEMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematik* 10, no. 2 (2024): 195-203.

Saputra, Hardika. "Penguatan Kemampuan Peserta Didik Dalam Menghadapi Era Society 5.0 Melalui Pembelajaran Matematika." *Jurnal Pendidikan Bhinneka Tunggal Ika* 2, no. 2 (2024): 287-302.

Setyorini, Enni, Sukarmin, and Harlita. "Efektivitas Penggunaan Flipbook Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Di SMA / SMK: Tinjauan Literatur." In *Proceeding Biology Education Conference*, 21:129-135, 2024.

Wati, Putri Kurnia, and Rismawati Sipahutar. "Pengaplikasian Model Problem-Based Learning (PBL) Berbantuan Media Audiovisual Dalam Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa." *EDUCOFA: Jurnal Pendidikan Matematika* 1, no. 2 (2024): 1-20.

Yunitasari, Indha, and Agustina Tyas Asri Hardini. "Penerapan Model PBL Untuk Meningkatkan Keaktifan Peserta Didik Dalam Pembelajaran Daring Di Sekolah Dasar." *Jurnal Basicedu* 5, no. 4 (2021): 1700-1708. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.983>