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

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

DOI 10.22460/jpmi.v9i3.31227

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF PADA MATERI BANGUN RUANG SISI DATAR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN NUMERASI SISWA KELAS VIII SMPN 20 KUPANG

Yohanis Wellem Derosari[*1], Imelda Hendriani Eku Rimo[2]

[1,2] Universitas Nusa Cendana Kupang, Jl. Adisucipto Penfui-Kupang, Indonesia
[1]nobenderos@gmail.com[*], [2] imelda.rimo@staf.undana.ac.id

ARTICLE INFO

Article History
Received Feb 28, 2026
Revised Apr 23, 2026
Accepted May 15, 2026

Keywords:
Interactive e-Module;
ADDIE Model;
Polyhedron;
Numeracy Skills

Corresponding Author:
Yohanis Wellem Derosari,
Universitas Nusa Cendana Kupang, Indonesia
nobenderos@gmail.com

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

ABSTRACT

This study aimed to develop an interactive Canva-based e-module integrated with the Problem Based Learning (PBL) model on the topic of polyhedrons to improve the numeracy skills of eighth-grade students. The study employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE model. The research subjects included 5 students in the small-group trial and 32 students in the large-group trial. The research instruments consisted of expert validation questionnaires, teacher and student practicality questionnaires, and numeracy evaluation tests. The results showed that the e-module obtained a validity score of 4.24, categorized as valid. The practicality results indicated that the e-module was practical, with student practicality scores of 4.38 and teacher practicality scores of 4.61. Furthermore, the evaluation test results showed that the students' learning mastery reached 90.63%, categorized as highly effective. The developed e-module was able to support interactive, contextual, and student-centered learning through real-life problem presentation, interactive visualization, and PBL-based activities. Therefore, the Canva-based interactive e-module is feasible to be used as a learning medium to improve students' numeracy skills on the topic of polyhedrons.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul interaktif berbasis Canva terintegrasi model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi bangun ruang sisi datar untuk meningkatkan kemampuan numerasi siswa kelas VIII. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE. Subjek penelitian terdiri atas 5 siswa pada uji coba kelompok kecil dan 32 siswa pada uji coba kelompok besar. Instrumen penelitian berupa angket validasi ahli, angket kepraktisan guru dan siswa, serta tes evaluasi numerasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul memperoleh nilai validitas sebesar 4,24 dengan kategori valid. Kepraktisan e-modul tergolong praktis dengan skor RTP siswa sebesar 4,38 dan RTP guru sebesar 4,61. Selain itu, hasil tes evaluasi menunjukkan tingkat ketuntasan belajar siswa mencapai 90,63% sehingga termasuk kategori sangat efektif. E-modul yang dikembangkan mampu mendukung pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa melalui penyajian masalah nyata, visualisasi interaktif, serta aktivitas berbasis PBL. Dengan demikian, e-modul interaktif berbasis Canva layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan numerasi siswa pada materi bangun ruang sisi datar.

How to cite:

Derosari, Y. W., & Rimo, I. H. E. (2026). Pengembangan e-modul interaktif pada materi bangun ruang sisi datar untuk meningkatkan kemampuan numerasi siswa kelas VIII SMPN 20 Kupang. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *9*(3), 453-470.

PENDAHULUAN

Pendidikan berperan penting dalam mengembangkan potensi individu, khususnya untuk pembentukan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis. Dalam pendidikan, matematika menjadi salah satu mata pelajaran esensial karena berkontribusi langsung terhadap pengembangan kemampuan numerasi siswa yang dibutuhkan saat beraktivitas dalam kesehariannya (Afsari et al., 2021; Jamilah & Sulistiowati, 2025). Matematika merupakan ilmu yang memainkan peran penting dalam hidup guna menemukan solusi untuk masalah yang sering muncul. Pendidikan dasar hingga universitas pasti mempelajari ilmu (Zebua et al., 2024). Melalui pembelajaran matematika siswa dapat melatih pola pikir mereka, yang juga berperan dalam perkembangan intelektual mereka (Azizah & Ristiana, 2023). Namun, objek kajian matematika bersifat abstrak yakni berupa simbol dan gambar yang berisi konsep serta prosedur dalam pemecahan masalahnya (Blegur, 2022). Sehingga diperlukan konsentrasi dan keseriusan yang tinggi, dan membutuhkan waktu lama untuk belajar matematika sehinggaberdampak pada banyak siswa menghindari segala hal yang berkaitan dengan matematika, dan keterampilan matematis siswa pun menurun (Itsar et al., 2023).

Hal tersebut dibuktikan dengan merujuk pada data yang diperoleh dari *Programme for International Student Assessment* (PISA) terhadap 81 negara di dunia tahun 2022 lalu, kemampuan numerasi siswa di Indonesia turun sebanyak 15 poin bila dibandingkan dengan PISA 2018 (skor 379 menjadi 366), menempatkan Indonesia menduduki peringkat 12 dari bawah di bidang matematika dengan skor 366 (OECD, 2023). Penurunan ini tidak hanya mencerminkan tantangan nasional dalam pendidikan matematika, tetapi juga berdampak pada berbagai tempat, diantaranya adalah Nusa Tenggara Timur (NTT) yang secara konsisten memiliki rata-rata nasional yang rendah berdasarkan data PISA sebelumnya dan laporan pendidikan daerah. Permasalahan serupa turut ditemukan di salah satu satuan pendidikan di wilayah tersebut, yakni UPTD SMP Negeri 20 Kupang. Pada bulan Maret 2025 telah dilakukan wawancara kepada Ibu Monalisa Martinus, S.Pd., seorang guru matematika berpengalaman di UPTD SMP Negeri 20 Kupang, diketahui bahwa kemampuan numerasi siswa di sekolah tersebut masih berkategori rendah hingga sedang berdasarkan asesmen internal kelas. Wawancara ini dilaksanakan secara tatap muka selama 35 menit di ruang guru, dengan panduan semi-terstruktur yang mencakup observasi pembelajaran siswa kelas VII-VIII. Meskipun minat siswa dalam mengikuti pembelajaran, khususnya matematika, sudah cukup bagus.

Salah satu topik yang menjadi tantangan bagi sebagian besar siswa adalah bangun ruang sisi datar, terutama pada bagian perhitungan luas serta volume. Terlebih lagi, soal numerasi bukan hanya sekadar hitungan matematis namun juga konsep matematis dalam kehidupan sehari-hari sedangkan, pembelajaran cenderung hanya mengaplikasikan rumus yang sudah ada, sehingga kurang ditekankan untuk memahami konsep maupun memecahkan masalah yang bermakna (Giriansyah et al., 2023). Dampaknya siswa hanya memanfaatkan rumus tersebut untuk menghitung bangun ruang sisi datar tanpa mencantumkan pernyataan yang berfungsi demi menarik kesimpulan terkait konsep yang dipelajari dalam proses pemecahan masalah (Sahara & Nurfauziah, 2021).

Mereka bahkan tidak bisa menyampaikan pembelajaran yang telah didapat, kesulitan dalam menentukan perbedaan antara ilustrasi yang relevan dan tidak relevan dengan subjek pembelajaran, serta mentransformasikan prinsip matematika ke dalam aplikasi lapangan (Azizah & Ristiana, 2023). Penelitian Khofifah et al. (2022) juga mendapati bahwa terdapat kecemasan siswa dalam menjawab tantangan terkait pemecahan masalah bangun ruang melalui soal cerita. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran matematika memerlukan

pendekatan baru yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi guna meningkatkan kemampuan numerasi siswa.

Teknologi di dunia saat ini telah berkembang pesat. Terlebih perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mentransformasi kegiatan belajar mengajar, di mana metode lama perlahan digantikan oleh model pembelajaran yang menggunakan teknologi sehingga lebih interaktif, dan bisa menyesuaikan dengan kebutuhan belajar (Akbar & Rimo, 2025). Dengan adanya teknologi, guru juga dapat meningkatkan keterampilannya. Namun, pada perkembangannya, penerapan teknologi dalam dunia pendidikan dapat dikatakan masih belum optimal. Dengan pesatnya perkembangan teknologi, e-modul interaktif menjadi salah satu pilihan dalam pembelajaran efektif serta dapat menarik perhatian siswa (Agil et al., 2025).

Dalam hal ini, e-modul interaktif memungkinkan kegiatan belajar dapat dilakukan tanpa mengenal tempat dan waktu. E-modul sebagai sarana yang mempermudah dalam melaksanakan pembelajaran kapan pun dan di mana pun (Al Wizhar et al., 2023). Pembelajaran yang dilakukan dengan e-modul tidak hanya menggunakan teks saja, melainkan memuat pula suara, gambar, atau animasi untuk kemudahan dalam memahami materi pembelajaran siswa demi tercapainya hasil yang optimal. E-modul bukan sekadar penyediaan materi yang informatif, melainkan dilengkapi elemen interaktif yang meningkatkan pengalaman belajar siswa. Pada hasil penelitiannya, Murod et al. (2021) mengatakan e-modul interaktif matematika menggunakan *Smartphone* terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman siswa. Hal serupa juga ditemukan pada penelitian Akbar & Rimo (2025) yang mengatakan bahwa e-modul berbasis matematika realistik dapat berfungsi sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan pembelajaran di kelas.

Terdapat banyak platform yang bisa dimanfaatkan dalam pengembangan e-modul, salah satunya Canva. Karena, Canva membantu penggunanya untuk mendesain sekreatif mungkin sehingga merupakan pilihan yang tepat untuk mendesain e-modul yang lebih interaktif (Ningrum & Rohim, 2023). Pengembangan e-modul dengan memanfaatkan aplikasi Canva telah banyak dilakukan oleh para peneliti dan praktisi pendidikan, mencakup berbagai mata pelajaran serta materi pembelajaran. Penelitian yang dilakukan Tambunan & Tambunan (2023) menyatakan e-modul yang dikembangkan dengan Canva layak dimanfaatkan menjadi media pembelajaran matematika yang menarik untuk dipakai selama proses pembelajaran.

Kemudian, Perwitasari & Aviory (2024) menggunakan Canva untuk melakukan pengembangan e-modul, yang menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan menggunakan Canva tersebut layak digunakan untuk memfasilitasi kemampuan numerasi siswa. Selain itu, Nabila et al. (2025) dalam penelitiannya menggunakan Canva sebagai alat pengembangan dan menyatakan e-modul mampu berperan sebagai alat pendorong untuk siswa dalam peningkatan keahlian dalam pemecahan masalah. Sehingga hal itu membuktikan bahwa pengembangan media pembelajaran matematika jika, memanfaatkan Canva bisa menjadi solusi dalam mendesain sebuah media praktis untuk mendukung pembelajaran yang efektif, karena baik dalam visualisasi konsep maupun penyajian materi dapat dilakukan secara jelas dan interaktif.

Dari berbagai studi tersebut terlihat bahwa Canva tidak hanya bermanfaat untuk estetika desain, tetapi juga memiliki keunggulan pedagogis, seperti: (1) memudahkan visualisasi konsep abstrak melalui ilustrasi, diagram, dan infografis; (2) motivasi siswa dan keterlibatan dalam pembelajaran meningkat; (3) memungkinkan integrasi multimedia (audio, video, animasi) sehingga mendukung pembelajaran matematika yang lebih kontekstual dan interaktif. Penelitian Massitta & Temon (2024) menegaskan bahwa Canva dapat meningkatkan

kreativitas, kolaborasi, dan hasil belajar siswa jika digunakan secara terstruktur dalam desain pembelajaran, bukan hanya sebagai media dekoratif.

Penelitian terbaru yang relevan menunjukkan bahwa e-modul berbasis Canva melalui pendekatan STEAM terbukti valid, praktis, dan efektif guna peningkatan kemampuan numerasi (Agustina et al., 2026). Namun, penelitian tersebut belum menempatkan Canva sebagai salah satu alat pengembangan e-modul interaktif untuk materi bangun ruang sisi datar untuk siswa kelas VIII. Dengan demikian, masih terdapat celah pada penelitian tersebut yaitu belum banyak penelitian yang mengembangkan e-modul interaktif berbasis Canva yang secara khusus menargetkan peningkatan kemampuan numerasi untuk materi bangun ruang sisi datar siswa SMP. Kemudian justifikasi pedagogis Canva masih terbatas pada aspek desain dan kreativitas, belum secara sistematis mengaitkan dengan prinsip pembelajaran matematika dan pengembangan numerasi.

Dalam materi bangun ruang sisi datar, beberapa peneliti telah mengembangkan e-modul atau bahan ajar daring berbantuan Canva atau aplikasi serupa, misalnya dalam bentuk modul geometri sisi datar dengan konteks lokal dan bahan ajar daring berbasis STEM yang didesain dengan Canva dan Flip PDF Professional (Agil et al., 2025; Akbar & Rimo, 2025; Kurniawan et al., 2023; Perwitasari & Aviory, 2024). Selain itu, terdapat penelitian tentang e-modul interaktif menggunakan Canva pada materi bangun ruang sisi datar yang menunjukkan bahwa modul tersebut layak, menarik, serta peningkatan keahlian berpikir reflektif atau aktivitas belajar siswa (Al Wizhar et al., 2023; Azizah & Ristiana, 2023). Namun, penelitian-penelitian tersebut belum banyak yang secara eksplisit menargetkan peningkatan kemampuan numerasi matematis dalam materi bangun ruang sisi datar, terutama jenjang SMP di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan e-modul interaktif berbasis Canva terintegrasi dengan model PBL untuk meningkatkan kemampuan numerasi siswa saat materi bangun ruang sisi datar.

Dengan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran, diharapkan e-modul ini tepat dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa terhadap materi bangun ruang sisi datar, serta menumbuhkan minat dan motivasi belajar mereka menjadi lebih baik lagi. Penelitian ini juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran matematika yang lebih kontekstual, relevan, dan efektif dalam mendukung proses pendidikan matematika di Indonesia. Berdasar pada paparan latar belakang ini, peneliti terdorong untuk melakukan sebuah penelitian yang berjudul "Pengembangan E-Modul Interaktif pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar untuk Meningkatkan Kemampuan Numerasi Siswa Kelas VIII UPTD SMP Negeri 20 Kupang".

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) atau penelitian pengembangan karena penelitian berfokus pada pengembangan e-modul interaktif dan menguji pemanfaatannya pada kegiatan belajar mengajar. Metode ini bukan cuma bertujuan untuk mengkaji teori, namun dapat menciptakan sebuah media yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan rendahnya numerasi siswa. Selain itu, dengan pendekatan ini, produk yang dikembangkan dapat diuji validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya sehingga sejalan dengan tujuan penelitian yaitu menghasilkan media pembelajaran yang layak serta mendukung pembelajaran matematika secara optimal. Secara konseptual, R&D memiliki tujuan membuat sebuah produk pendidikan yang valid, praktis, dan efektif dengan tahapan yang terstruktur dan berkelanjutan. Pendapat tersebut selaras dengan pendapat Sugiyono (2013:297) yakni penelitian pengembangan memiliki tujuan menciptakan produk tertentu dan menguji

efektivitasnya. Namun, dalam penelitian ini konsep tersebut diadaptasi lebih lanjut dengan menekankan pada produk yang diciptakan ini bukan cuma layak dalam teori, namun harus pula mampu digunakan secara optimal saat belajar mengajar, khususnya dalam meningkatkan keterlibatan dan kemampuan numerasi siswa melalui e-modul interaktif. Penelitian ini mengimplementasikan model ADDIE dengan 5 tahapan antara lain (Akbar & Rimo, 2025): (1) Analisis (*Analysis*), pengembang akan mengidentifikasi kebutuhan apa saja yang diperlukan baik materi, kebutuhan siswa, serta karakteristik hingga penentuan tujuan pembelajaran; (2) Perancangan (*Design*), peneliti membuat *storyboard*, menyusun bahan-bahan dan membuat acuan untuk bagian-bagian e-modul interaktif; (3) Pengembangan (*Development*), penulis mulai membuat e-modul interaktif, divalidasi ahli materi dan ahli media dan diuji coba; (4) Implementasi (*Implementation*), guna menguji kepraktisan dan efektivitas e-modul yang dihasilkan, akan dilakukan uji coba dalam kegiatan belajar mengajar oleh guru; (5) Evaluasi (*Evaluation*), dijalankan seiring berjalannya proses pengembangan, sehingga kekurangan yang muncul dapat ditemukan dan diatasi.

Sebagai subjek uji coba, peneliti memilih siswa kelas VIII UPTD SMPN 20 Kupang berjumlah 5 siswa dalam uji coba kelompok kecil beranggotakan 1 orang siswa dengan kemampuan tinggi, 2 orang siswa dengan kemampuan sedang serta 2 orang siswa dengan kemampuan rendah, selain itu terdapat 32 siswa pada uji coba kelompok besar yang disesuaikan dengan kondisi di tempat penelitian.

Instrumen penelitian terdiri dari angket validasi ahli materi dan ahli media, angket kepraktisan oleh guru dan siswa, kemudian hasil tes evaluasi pembelajaran. Kevalidan e-modul dinilai dengan menggunakan instrumen validasi yang dievaluasi oleh 3 orang ahli materi dan ahli media dengan kriteria 2 orang dosen pendidikan matematika yang telah mendapatkan gelar magister serta 1 orang guru dengan pengalaman mengajar mata pelajaran matematika sebelum e-modul diuji coba. Kisi-kisi instrumen validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator Pertanyaan	Nomor Butir
Kesesuaian	Kejelasan Capaian Pembelajaran (CP) dengan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)	1
	Kesesuaian materi dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)	2
Kualitas isi dan tujuan	Kejelasan materi	3
	Kelengkapan	4
	Kesesuaian dengan kurikulum	5
Kualitas instruksional	Kualitas dan tes penilaian	6, 7
	Kualitas motivasi	8, 9, 10

Sumber: Agil et al. (2025)

Kisi-kisi instrumen validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator Pertanyaan	Nomor butir
Tampilan spesifikasi	Kemudahan penggunaan e-modul	11
	Kejelasan informasi	12
	situasi kontekstual pada materi bangun ruang sisi datar	13, 16
	Jenis dan ukuran huruf	14, 15
	Kesesuaian background	17
	Kesesuaian warna, tulisan dan gambar pada e-modul	18

Kemenarikan e-modul	19
Urutan dan struktur e-modul	20

Sumber: Agil et al. (2025)

Rumus yang digunakan untuk mencari persentase kevalidan media (Adu et al., 2022):

$$RTV = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_i}{m}$$

Keterangan: RTV= Rerata total validitas media, B_i= Rerata aspek ke-i, m= Banyak aspek. Hasil analisis diinterpretasikan menggunakan Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Kevalidan

Interval Skor	Kategori
$1 <$ RTV ≤ 2	Tidak Valid
$2 <$ RTV ≤ 3	Kurang Valid
$3 <$ RTV ≤ 4	Cukup Valid
$4 <$ RTV ≤ 5	Valid

*Sumber:*Akbar & Rimo (2025)

Media disebut valid jika, memenuhi kriteria valid yakni $4 <$ RTV ≤ 5. Kepraktisan e-modul digunakan sebagai media pembelajaran akan dinilai dari reaksi guru matematika dan siswa setelah mereka menggunakan e-modul. Kisi-kisi instrumen validasi bisa diamati dalam Tabel 4.

Table 4. Kisi-kisi Instrumen Respon Guru

Aspek	Indikator Pertanyaan	Skor Nilai
Kemudahan pengguna	Tampilan e-modul	1, 2, 3
	Penggunaan bahasa	4
Kejelasan Sajian	Materi yang disajikan	5, 6, 7
	Penyajian soal evaluasi	8
Kualitas instruksional	E-modul memberikan bantuan dan kesempatan belajar	9, 10

Sumber: Agil et al. (2025)

Rumus yang digunakan untuk mencari persentase kepraktisan media (Adu et al., 2022):

$$RTP = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_i}{m}$$

Keterangan: RTP = Rerata total validitas media, B_i= Rerata aspek ke-i, m= Banyaknya aspek. Kemudian hasil analisis diinterpretasikan pada Tabel 5.

Tabel 2. Kategori Kepraktisan

Interval Skor	Kategori
$1 <$ RTP ≤ 2	Tidak Praktis
$2 <$ RTP ≤ 3	Kurang Praktis
$3 <$ RTP ≤ 4	Cukup Praktis
$4 <$ RTP ≤ 5	Praktis

Sumber: Akbar & Rimo (2025)

Media dikatakan praktis apabila memenuhi kriteria praktis yaitu $4 < \text{RTP} \leq 5$. Keefektifan e-modul dinilai dari hasil tes numerasi yang diberikan berjumlah 12 nomor. Kisi-kisi instrumen tes dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen Tes

Indikator Soal	Level Kognitif	Bentuk Soal	Nomor Soal
Menentukan unsur bangun ruang kubus	C3	Pilihan Ganda	1
Menghitung luas permukaan kubus dalam konteks penggunaan plastik pembungkus	C3	Pilihan Ganda Kompleks	2
Menentukan volume kubus untuk mengemas suatu benda serta serta mengaitkannya dalam konteks pengemasan produk	C3	Uraian	3
Menentukan unsur bangun ruang balok	C3	Menjodohkan	4
Menganalisis luas permukaan balok yang digunakan sebagai akuarium	C4	Benar–Salah	5
Menentukan volume maksimal air dalam akuarium yang tidak diisi penuh	C3	Uraian	6
Mengaitkan unsur bangun ruang prisma dengan konteks rangka tenda	C3	Menjodohkan	7
Menganalisis luas kain tenda berdasarkan bagian yang tertutup	C4	Pilihan Ganda	8
Menghitung volume prisma dan mengaitkannya dengan konteks tenda perkemahan	C3	Benar–Salah	9
Menentukan unsur-unsur limas dan mengaitkannya dengan konteks produksi	C3	Menjodohkan	10
Menentukan faktor yang memengaruhi luas permukaan limas	C3	Benar–Salah	11
Menghitung volume limas dan mengaitkannya dengan konteks produksi	C3	Pilihan Ganda Kompleks	12

Selanjutnya, menentukan persentase ketuntasan klasikal melalui rumus:

$$P = \frac{q}{r} \times 100\%$$

Keterangan: P= Persentase ketuntasan, q= Jumlah siswa tuntas, r= Keseluruhan jumlah siswa. Hasil evaluasi tersebut kemudian, akan diinterpretasikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kategori Keefektifan

Interval Skor (%)	Kriteria
$P > 80$	Sangat Efektif
$60 < P \leq 80$	Efektif
$40 < P \leq 60$	Cukup Efektif
$20 < P \leq 40$	Kurang Efektif
$P \leq 20$	Tidak Efektif

Sumber: (Akbar & Rimo 2025; Yuliana 2017)

Media dikatakan efektif jika memenuhi kriteria efektif dengan skor P > 60%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data dalam tahap analisis diperoleh melalui wawancara terhadap guru matematika SMPN 20 Kupang. Data tersebut dianalisis dengan mereduksi data, menyajikan data, dan menarik kesimpulan. Selain itu, kategorisasi temuan dilakukan untuk mengelompokkan permasalahan ke dalam aspek kognitif, afektif, dan lingkungan. Validnya data diperkuat dengan melakukan perbandingan hasil wawancara, kondisi pembelajaran di kelas, serta dokumen pembelajaran yang digunakan. Hasil analisis membuktikan bahwasanya siswa memiliki kemampuan prosedural relatif baik, seperti dalam mengikuti langkah-langkah penyelesaian soal rutin, namun kemampuan numerasi kontekstual masih tergolong rendah hingga sedang, terutama dalam penyelesaian masalah kontekstual. Ini membuktikan adanya kesenjangan antara kemampuan memahami konsep secara mekanis dengan kemampuan menerapkannya dalam konteks nyata.

Ditinjau dari karakter siswa pada aspek kognitif, siswa menjumpai sulitnya mengaitkan konsep bangun ruang sisi datar, terlebih pada luas permukaan dan volume, ke dalam permasalahan kontekstual. Pada aspek afektif, siswa cenderung memiliki minat yang rendah terhadap soal berbasis konteks serta kurang percaya diri dalam menyampaikan pendapat atau mengajukan pertanyaan. Sementara itu, dari aspek perilaku belajar, siswa cenderung pasif dan mudah merasa bosan ketika pembelajaran hanya menggunakan buku teks tanpa variasi media. Dari sisi konteks pembelajaran, ditemukan bahwa tersedianya sumber belajar terbatas pada buku paket serta belum didukung oleh media interaktif, serta pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran belum optimal. Di sisi lain, sekolah telah mengimplementasikan Kurikulum Merdeka menggunakan pendekatan *Deep Learning*, yang memfokuskan pembelajaran bermakna dan pemahaman konsep secara mendalam, sehingga diperlukan media yang mampu mendukung pendekatan tersebut.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis tersebut, siswa menjumpai sulitnya memahami konsep serta menentukan strategi dalam menyelesaikan masalah dalam materi bangun ruang sisi datar, khususnya dalam konteks kehidupan nyata. Sehingga, diperlukan suatu media pembelajaran yang bukan sekadar menyajikan materi secara konseptual, namun mampu memfasilitasi pemecahan masalah secara bertahap dan kontekstual. Dengan demikian, spesifikasi kebutuhan produk yang akan dikembangkan adalah e-modul interaktif dengan model *Problem Based Learning* (PBL) yang memuat permasalahan kontekstual, visualisasi interaktif, latihan bertahap, serta penyajian materi yang komunikatif dan menarik, sehingga dapat mendukung pembelajaran aktif, meningkatkan kemampuan numerasi siswa, dan selaras dengan pendekatan *Deep Learning* dalam Kurikulum Merdeka.

Berdasarkan temuan pada tahap analisis yang menunjukkan rendahnya kemampuan numerasi kontekstual siswa, terbatasnya bahan belajar, juga dibutuhkannya pembelajaran interaktif dan bermakna, peneliti menyusun peta kebutuhan bahan ajar yang memuat keterkaitan antara capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, pokok materi bangun ruang sisi datar, serta kebutuhan aktivitas pembelajaran berbasis masalah. Peta kebutuhan ini menjadi dasar dalam penentuan batasan materi, kedalaman konten, serta aktivitas yang akan dihasilkan dalam e-modul. Selanjutnya, peneliti merancang tujuan pembelajaran yang berorientasi pada kemampuan numerasi, khususnya kemampuan memahami, menginterpretasikan, dan menyelesaikan masalah kontekstual.

Sebagai kerangka pengembangan produk, peneliti menyusun *storyboard* yang berfungsi sebagai *blueprint* e-modul. *Storyboard* ini memuat struktur penyajian yang terdiri atas: (1)

pendahuluan yang berisi apersepsi dan penyajian masalah kontekstual, (2) kegiatan inti yang mengintegrasikan model *Problem Based Learning* (PBL) dalam kegiatan operasional, yaitu pengenalan masalah, mengorganisasikan siswa, membimbing penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil, dan analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah, (3) penyajian materi konseptual yang dikaitkan dengan hasil eksplorasi siswa, (4) latihan bertahap yang dirancang dari tingkat sederhana hingga kompleks untuk melatih kemampuan numerasi, serta (5) evaluasi berupa soal kontekstual untuk mengukur pemahaman siswa. Selain itu, storyboard juga memuat desain tampilan, navigasi, jenis media (teks, gambar, animasi), serta bentuk interaktivitas memungkinkan siswa belajar dengan mandiri serta lebih aktif.

Pada tahap ini, peneliti menggunakan Canva sebagai alat bantu untuk mengembangkan tampilan visual e-modul. Pemilihan Canva bukan cuma sekadar kemudahan teknis, namun pada kemampuannya pula dalam mendukung penyajian visual yang menarik, komunikatif, serta sejalan dengan karakter siswa SMP, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan belajar. Desain visual dirancang dengan mempertimbangkan prinsip keterbacaan, konsistensi layout, serta penggunaan elemen grafis yang mendukung pemahaman konsep abstrak menjadi lebih konkret. Dengan demikian, tahap perancangan ini bukan cuma sekadar membuat rancangan tampilan e-modul, namun memastikan pula keterkaitan yang jelas antara hasil analisis kebutuhan, tujuan pembelajaran, strategi PBL, serta bentuk aktivitas dan evaluasi yang akan dikembangkan pada tahap berikutnya.

Pengembangan E-modul. Dalam bagian ini, peneliti merealisasikan desain e-modul berdasarkan storyboard yang telah disusun dengan mempertimbangkan kesesuaian terhadap indikator kemampuan numerasi dan sintaks PBL. Pengembangan e-modul dilakukan secara terpadu dengan memanfaatkan beberapa platform digital yang memiliki fungsi saling melengkapi. Canva digunakan untuk merancang tampilan visual sekaligus menampilkan materi dalam bentuk multimodal (teks, gambar, animasi, dan video) guna memfasilitasi visualisasi konsep abstrak pada materi bangun ruang sisi datar. Desain kemudian dikonversi ke format e-modul interaktif menggunakan Heyzine sehingga memungkinkan navigasi berbasis halaman yang menyerupai buku digital.

Selanjutnya, Google Forms diintegrasikan sebagai sarana evaluasi mandiri untuk mengukur capaian kemampuan numerasi siswa secara sistematis, sedangkan Interacty dimanfaatkan untuk menyisipkan aktivitas interaktif seperti teka-teki silang dan kuis berbasis masalah yang dirancang sesuai konteks PBL. Integrasi antar platform dilakukan melalui penyematan tautan (embedding) dan pengaturan alur navigasi e-modul, agar siswa dengan mudah berpindah langsung dari penyajian materi, eksplorasi masalah, hingga evaluasi tanpa keluar dari lingkungan belajar digital.

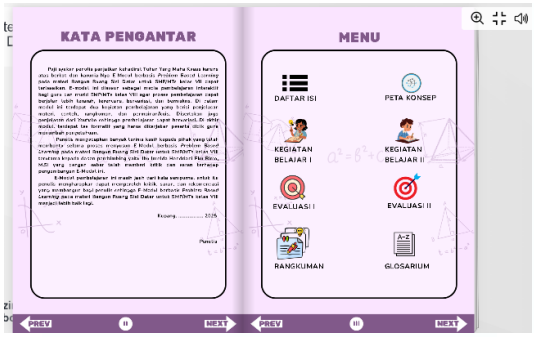
Dengan integrasi tersebut, e-modul bukan cuma sekadar berfungsi untuk media penyampaian materi, namun sebagai sarana pembelajaran yang mendukung keterlibatan aktif siswa, memfasilitasi pemahaman konsep secara kontekstual, serta melatih kemampuan numerasi melalui aktivitas yang terstruktur dan interaktif. Pada halaman cover terdapat nama media, materi yang dapat diklik untuk memasuki menu utama pada e-modul, dan nama penyusun. Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Cover

Cover e-modul tersebut menampilkan bahan ajar matematika dengan Kurikulum Merdeka pada materi bangun ruang sisi datar menggunakan desain yang menarik dan ramah siswa. Judul yang tegas menekankan sifat interaktif, sementara ilustrasi anak-anak yang berinteraksi dengan bangun ruang mencerminkan pembelajaran yang kontekstual dan menyenangkan. Latar belakang berisi unsur geometri memperkuat identitas matematis, sehingga keseluruhan cover menggambarkan media pembelajaran yang modern, interaktif, dan mendukung kemampuan numerasi siswa.

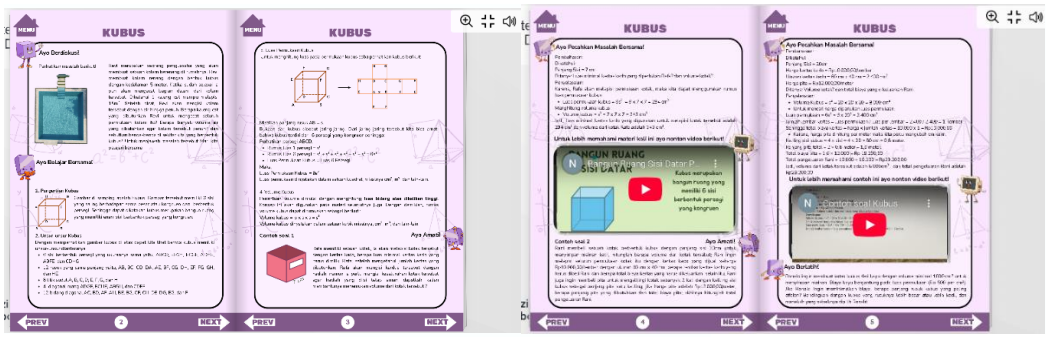
Bagian menu terdapat daftar isi, peta konsep, kegiatan belajar I dan II, evaluasi I dan II, rangkuman, dan glosarium. Teks tersebut dapat diklik dan diarahkan ke halaman yang dituju. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Menu Utama

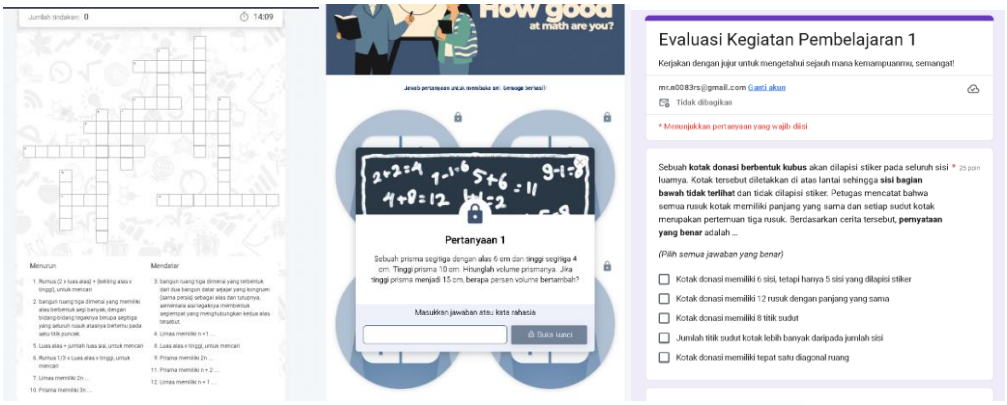
Bagian kata pengantar berfungsi memberikan gambaran umum serta tujuan penyusunan modul, sedangkan menu utama dirancang dengan ikon-ikon yang jelas seperti daftar isi, peta konsep, kegiatan belajar, evaluasi, rangkuman, dan glosarium untuk memudahkan navigasi. Desain yang rapi, penggunaan warna yang konsisten, serta ikon visual yang komunikatif mencerminkan bahwa e-modul ini interaktif, terorganisir, dan memfasilitasi kemandirian belajar siswa.

Bagian materi, diisi dengan masalah, contoh soal, video pembelajaran, dan soal latihan. Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Materi

Bagian isi e-modul pada materi kubus yang disajikan dengan sistematis, dari pengenalan konsep, penjelasan unsur-unsur, sampai aplikasi dalam penyelesaian masalah. Materi dilengkapi ilustrasi visual yakni gambar dan jaring-jaring guna memperjelas konsep, serta contoh soal dan pembahasan yang membantu pemahaman siswa secara sistematis. Selain itu, adanya video pembelajaran yang terintegrasi menunjukkan pemanfaatan media interaktif untuk memperkuat pemahaman konsep. Secara keseluruhan, tampilan ini mencerminkan pembelajaran komprehensif, interaktif, serta mendukung siswa untuk pemahaman konsep bangun ruang sisi datar secara lebih mendalam. Selain itu, tersedia teka-teki silang, kuis interaktif, juga evaluasi pembelajaran. Hal itu terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan TTS, Kuis, dan Evaluasi

Terdapat beberapa bentuk evaluasi pembelajaran matematika yang dilakukan secara digital dan tertulis, seperti kuis logika angka, teka-teki silang matematika, serta soal pilihan ganda tentang bangun ruang kubus. Dari gambar terlihat bahwa pembelajaran dirancang untuk melatih keahlian berpikir kritis, memecahkan masalah, dan memahami konsep matematika siswa melalui beberapa metode interaktif serta menarik. Lebih lanjut, penggunaan media digital seperti formulir online juga menunjukkan adanya pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran agar lebih efektif serta mudah diakses.

E-modul yang divalidasi ahli materi dan ahli media menggunakan angket yang disiapkan, guna mengevaluasi layak tidaknya media baik sisi materi dan desain e-modul. Validasi dilaksanakan dari tanggal 23 Januari 2026 hingga 11 Februari 2026. Hasil validasi e-modul dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Validasi E-modul

Aspek	Pernyataan	Skor Validator Ke-			Total Skor	B_i
		1	2	3		
Kesesuaian	1 – 2	9	8	8	25	4,17
Kualitas Isi dan Tujuan	3 – 5	12	12	12	36	4,00
Kualitas Instruksional	6 – 10	20	23	21	64	4,27
Tampilan dan Spesifikasi	11 – 20	43	44	48	135	4,50
RTV						4,24

Berdasarkan Tabel 4, RTV e-modul yang ditetapkan oleh validator adalah 4,24 sehingga memenuhi kriteria validitas $4 \leq \text{RTV} \leq 5$ yang berkategori "valid". Aspek tampilan serta spesifikasi mendapatkan skor tertinggi 4,50 ini membuktikan desain e-modul sudah sangat baik dan sesuai, diikuti kualitas instruksional 4,27 yang menandakan materi mendukung proses pembelajaran secara efektif. Sementara itu, aspek kesesuaian 4,17 serta kualitas isi dan tujuan 4,00 juga menunjukkan bahwasanya materi telah relevan dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Secara keseluruhan, e-modul dapat dikatakan valid dan layak dipakai dalam pembelajaran.

Respons siswa menjadi patokan dalam menilai kepraktisan, sedangkan efektivitas diukur melalui hasil tes evaluasi mereka. Proses uji coba kelompok kecil bisa diamati di Gambar 5.



Gambar 5. Uji Coba Kelompok Kecil oleh Peneliti

Proses implementasi pembelajaran matematika menggunakan model PBL menggunakan e-modul interaktif pada materi bangun ruang sisi datar. Pada tahap awal, guru memberikan penjelasan dan arahan terkait kegiatan pembelajaran, sedangkan pada tahap berikutnya siswa terlihat aktif berdiskusi dalam kelompok untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Aktivitas tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berlangsung secara interaktif serta berpusat pada siswa, dengan demikian mendorong keterlibatan aktif, kemampuan berpikir kritis, kerja sama, serta kemampuan numerasi siswa dalam menyelesaikan masalah matematika kontekstual.

Setelah e-modul digunakan oleh siswa dalam uji coba kelompok kecil, siswa mengisi angket kepraktisan e-modul. Hasil kepraktisan e-modul bisa diamati di Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Kepraktisan E-modul

Aspek	Pernyataan	Skor					Total Skor	B_i
		1	2	3	4	5		
Kemudahan	1 – 4	0	0	3	28	60	91	4,55
Menarik	5 – 7	0	0	6	20	40	66	4,40
Manfaat	8 – 10	0	0	12	28	20	60	4,00
RTP								4,32

Berdasarkan Tabel 5, RTP e-modul yang diperoleh yaitu 4,32 sehingga memenuhi kriteria kepraktisan $4 \leq RTP \leq 5$, yang tergolong kategori "praktis". Aspek kemudahan mendapat skor tertinggi 4,55 membuktikan e-modul mudah digunakan, diikuti aspek kemenarikan 4,40 yang mencerminkan tampilan yang menarik bagi pengguna, serta aspek manfaat 4,00 yang menunjukkan e-modul cukup membantu dalam proses pembelajaran. Secara keseluruhan, e-modul dapat dikatakan praktis dan layak dimanfaatkan dalam pembelajaran.

Setelah e-modul digunakan siswa dalam uji coba kelompok kecil, siswa mengisi soal tes guna mengetahui keefektifan e-modul. Hasil pengerjaan soal evaluasi bisa diamati di Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Tes Evaluasi Siswa Kelompok kecil

Siswa	Nilai	Keterangan
Siswa 1	90	Tuntas
Siswa 2	80	Tuntas
Siswa 3	76	Tuntas
Siswa 4	74	Tuntas
Siswa 5	72	Tuntas

Berdasarkan Tabel 6, data hasil tes evaluasi dari pengujian kelompok kecil mengindikasikan bahwa ke-5 siswa telah mencapai nilai di atas KKTP ≥ 68. Sehingga persentase ketuntasan belajar siswa setelah pemanfaatan e-modul mencapai 100% yang tergolong dalam kategori sangat efektif.

Respons siswa dan guru akan menjadi patokan untuk menilai kepraktisan e-modul, sedangkan efektivitas diukur melalui hasil tes evaluasi yang mereka kerjakan saat akhir pembelajaran. Proses uji coba kelompok besar bisa diamati di Gambar 5.



Gambar 5. Uji Coba Kelompok Besar oleh Guru

Proses implementasi uji coba skala besar e-modul interaktif menggunakan model PBL pada pembelajaran matematika materi bangun ruang sisi datar. Pada kegiatan pembelajaran, guru berperan sebagai memberi arahan serta pendampingan saat pembelajaran, sedangkan siswa terlihat aktif mengikuti pembelajaran dan berdiskusi dalam kelompok guna menyelesaikan permasalahan yang ada. Kegiatan ini membuktikan penerapan e-modul membuat pembelajaran lebih interaktif, kolaboratif, serta berpusat ke siswa, sehingga dapat membantu pengembangan kemampuan berpikir kritis, komunikasi, juga kemampuan numerasi siswa dalam menyelesaikan masalah matematika kontekstual. Setelah e-modul digunakan oleh guru dalam uji coba kelompok besar, guru mengisi angket kepraktisan e-modul. Hasil kepraktisan e-modul bisa diamati di Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Kepraktisan E-modul oleh Guru

Aspek	Pernyataan	Skor					Total Skor	B_i
		1	2	3	4	5		
Kemudahan Pengguna	1 – 4	0	0	0	8	10	18	4,50
Kejelasan Sajian	5 – 7	0	0	0	0	15	15	5,00
Kualitas Instruksional	8 – 10	0	0	0	8	5	13	4,33
RTP								4,61

Berdasarkan Tabel 7, RTP e-modul yang diperoleh yaitu 4,61 sehingga memenuhi kriteria kepraktisan $4 \leq \text{RTP} \leq 5$, yang tergolong kategori "praktis". Aspek kejelasan sajian memperoleh skor tertinggi 5,00 yang menandakan materi disajikan dengan sangat jelas dan sistematis, diikuti aspek kemudahan penggunaan 4,50 yang menunjukkan e-modul mudah dioperasikan dalam pembelajaran, serta kualitas instruksional 4,33 yang mencerminkan kesesuaian isi dengan tujuan pembelajaran. Dengan demikian, hasil ini mengindikasikan e-modul praktis dimanfaatkan sebagai media pembelajaran oleh guru. Setelah e-modul digunakan oleh siswa dalam uji coba kelompok besar, siswa mengisi angket kepraktisan e-modul. Hasil kepraktisan e-modul bisa diamati di Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Kepraktisan E-modul oleh Siswa

Aspek	Pernyataan	Skor					Total Skor	B_i
		1	2	3	4	5		
Kemudahan	1 – 4	0	0	24	224	320	568	4,44
Menarik	5 – 7	0	0	39	140	240	419	4,36
Manfaat	8 – 10	0	0	45	140	230	415	4,22
RTP								4,38

Berdasarkan Tabel 12, RTP e-modul yang diperoleh yaitu 4,38 sehingga memenuhi kriteria kepraktisan $4 \leq \text{RTP} \leq 5$, yang tergolong kategori "praktis". Aspek kemudahan mendapatkan skor tertinggi 4,44 ini membuktikan e-modul mudah digunakan dan dipahami, diikuti aspek kemenarikan 4,36 yang mencerminkan tampilan dan penyajian yang mampu menarik perhatian siswa, serta aspek manfaat 4,22 yang menandakan e-modul menyumbang kontribusi positif guna membantu proses pembelajaran. Secara keseluruhan, hasil ini membuktikan e-modul praktis dan layak digunakan pada pembelajaran. Setelah e-modul digunakan siswa dalam uji coba kelompok besar, siswa mengisi soal tes untuk mengetahui keefektifan e-modul. Hasil pengerjaan tes evaluasi bisa diamati di Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Tes Evaluasi Siswa Kelompok Besar

Rentang Nilai	Jumlah Siswa	Keterangan
91 – 100	8	Tuntas
80 – 89	11	Tuntas
68 – 79	10	Tuntas
< 68	3	Tidak Tuntas
Total Siswa	32	

Berdasarkan Tabel 13, hasil evaluasi dalam uji coba kelompok besar membuktikan bahwa 29 siswa yang terdiri atas 8 siswa pada rentang nilai 91–100, 11 siswa pada rentang 80–89, dan 10 siswa pada rentang 68–79, telah memenuhi KKTP ≥ 68. Sedangkan cuma 3 siswa yang berkategori tidak tuntas dengan nilai di bawah 68. Data ini menunjukkan bahwa tingkat ketuntasan belajar mencapai sekitar 90,6% yang tergolong kategori "sangat efektif". Dengan

demikian, e-modul yang dikembangkan efektif dalam membantu siswa memahami konsep dan meningkatkan kemampuan numerasinya.

Dalam tahap ini, evaluasi dilakukan dengan sistematis lewat evaluasi formatif dan sumatif sebagai bagian integral dari model ADDIE, serta menjadi dasar dalam melakukan perbaikan produk secara berkelanjutan. Evaluasi formatif dilaksanakan disetiap tahap melalui validasi oleh ahli materi, ahli media, dan praktisi pembelajaran. Hasil validasi dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dengan menghitung skor rata-rata (RTV) dan dikonversi ke dalam kategori kelayakan, serta didukung oleh analisis kualitatif dari saran dan komentar validator. Hasil evaluasi formatif membuktikan e-modul memperoleh nilai RTV sebesar 4,24 berkategori valid. Masukan dari validator kemudian digunakan untuk melakukan revisi produk, antara lain pada penyempurnaan tampilan visual, perbaikan konsistensi navigasi, penyederhanaan petunjuk penggunaan, serta penyesuaian penyajian materi agar lebih mendukung pemahaman konsep dan alur model pembelajaran PBL.

Evaluasi sumatif dilakukan dalam tahap implementasi melalui uji kepraktisan serta keefektifan. Kepraktisan dianalisis dari angket respons guru dan siswa dengan teknik deskriptif kuantitatif, yang menunjukkan nilai rata-rata RTP guru sebesar 4,61 dan RTP siswa sebesar 4,38 dengan kategori praktis. Sementara itu, keefektifan diukur melalui hasil tes evaluasi pembelajaran dengan indikator ketuntasan belajar, di mana persentase ketuntasan siswa mencapai 90,63% berkategori efektif. Data tersebut membuktikan e-modul mampu mendukung keterlibatan aktif siswa serta meningkatkan kemampuan numerasi dalam konteks pembelajaran.

Dalam pelaksanaannya, ditemukan beberapa kendala teknis, seperti keterbatasan akses internet dan gangguan sinyal yang memengaruhi kelancaran penggunaan e-modul. Kendala ini berdampak pada keterlaksanaan pembelajaran secara optimal, khususnya dalam mengakses fitur interaktif. Namun, hal tersebut diantisipasi melalui penggunaan hotspot bersama dan penyesuaian waktu akses. Temuan ini membuktikan meskipun e-modul mempunyai kualitas baik secara pedagogis, aspek infrastruktur digital menjadi faktor penting dalam keberlanjutan implementasi.

Berdasarkan keseluruhan hasil evaluasi, e-modul telah dikembangkan dan dinyatakan valid, praktis, dan efektif. Selain itu, proses evaluasi juga menunjukkan adanya siklus perbaikan produk yang berkelanjutan, sehingga e-modul dengan model PBL yang dikembangkan layak dimanfaatkan dalam pembelajaran guna mengoptimalkan kemampuan numerasi siswa di materi bangun ruang sisi datar.

Pembahasan

Kemampuan numerasi siswa pada materi bangun ruang sisi datar yang masih tergolong rendah menunjukkan adanya permasalahan mendasar pada pembelajaran yang cenderung berorientasi pada prosedural dibandingkan pemahaman konsep secara mendalam. Situasi ini mengakibatkan sulitnya siswa dalam memvisualisasikan bentuk ruang, memahami hubungan antar unsur bangun, hingga megimplementasikan konsep matematis pada situasi nyata. Secara pedagogis, hal ini menandakan bahwa pembelajaran belum sepenuhnya mengembangkan keahlian berpikir tingkat tinggi yakni analisis serta interpretasi. Hal itu sependapat dengan Sahara dan Nurfauziah (2021) yang menyatakan bahwa keterbatasan kemampuan spasial dan kurangnya pengalaman belajar eksploratif menjadi faktor utama sulitnya siswa memahami bangun ruang sisi datar. Sehingga, diperlukan media pembelajaran yang bukan sekadar menyajikan materi, namun mampu juga memfasilitasi pembelajaran bermakna serta kontekstual.

Hasil validasi e-modul yang berada pada kategori valid (RTV = 4,24) bukan cuma membuktikan kelayakan secara teknis, namun mengindikasikan juga konten, struktur, dan desain pembelajaran telah sesuai dengan prinsip pembelajaran matematika dan karakteristik PBL. Secara pedagogis, validitas ini penting karena memastikan bahwa masalah yang disajikan dalam e-modul bersifat autentik dan relevan dengan kehidupan siswa, menjadikannya aspek kunci pada pengembangan kemampuan numerasi. Pendapat ini didukung Afsari et al. (2021), Blegur (2022), serta Jamilah dan Sulistiowati (2025) yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah bisa meningkatkan terlibatnya siswa dan mendorong berkembangnya berpikir kritis dalam matematika.

Kepraktisan e-modul (RTP guru = 4,61 dan RTP siswa = 4,38) membuktikan e-modul mudah dipakai dan mudah diimplementasikan dengan baik dalam pembelajaran. Namun, secara lebih mendalam, kepraktisan ini mencerminkan bahwa desain e-modul mampu mendukung keterlaksanaan sintaks PBL secara efektif. Kemudahan navigasi, kejelasan instruksi, dan integrasi aktivitas interaktif membuat siswa belajar secara mandiri serta terarah. Kondisi ini berimplikasi pada meningkatnya keterlibatan kognitif dan kemandirian belajar siswa, yang menjadi hal penting dalam mengembangkan kemampuan numerasi. Temuan ini sejalan dengan Azizah dan Ristiana (2023) yang menyatakan media pembelajaran interaktif jika dibuat secara sistematis bisa meningkatkan efektivitas pemahaman lewat pengalaman belajar yang bermakna.

Tingkat keefektifan e-modul yang ditunjukkan melalui persentase ketuntasan belajar sebesar 90,63% mengindikasikan bahwa e-modul dengan model PBL memberikan dampak signifikan pada tingkatan kemampuan numerasi siswa. Secara spesifik, kontribusi ini dapat dijelaskan melalui tahapan PBL yang terintegrasi dalam e-modul. Pada tahap orientasi masalah, siswa dilatih untuk memahami dan menginterpretasikan situasi kontekstual; pada tahap penyelidikan, siswa mengembangkan kemampuan menghubungkan konsep dan menentukan strategi penyelesaian; sedangkan di tahap presentasi serta refleksi, siswa mengomunikasikan serta mengevaluasi pemikirannya. Rangkaian proses ini secara langsung melatih indikator numerasi, seperti pemahaman konsep, representasi matematis, penalaran, dan pengambilan keputusan. Pendapat tersebut senada dengan temuan Al Wizhar et al. (2023) dan Murod et al. (2021) yang menyatakan e-modul interaktif mampu meningkatkan kualitas pembelajaran matematika melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan partisipatif. Selain itu, penggunaan e-modul interaktif yang memadukan teks, visual, dan aktivitas interaktif memberikan dukungan kognitif yang signifikan dalam memahami konsep abstrak. Visualisasi konsep bangun ruang melalui ilustrasi dan animasi membantu siswa dalam membangun representasi mental yang lebih jelas, sehingga mempermudah proses pemahaman. Dengan demikian, efektivitas e-modul bukan ditentukan model PBL, tetapi juga oleh desain media yang mendukung proses konstruksi pengetahuan secara optimal (Azizah & Ristiana, 2023).

Walaupun begitu, pengimplementasian e-modul menghadapi masalah teknis, seperti keterbatasan akses internet dan gangguan sinyal. Secara pedagogis, kendala ini membuktikan keberhasilan pembelajaran berbasis digital bukan cuma ditentukan kualitas media, melainkan juga kesiapan infrastruktur teknologi. Keterbatasan tersebut berpotensi menghambat kontinuitas interaksi siswa dengan e-modul, yang pada akhirnya dapat memengaruhi efektivitas pembelajaran. Namun, adanya kerja sama antar siswa dalam mengatasi kendala tersebut menunjukkan bahwa faktor sosial juga berperan dalam mendukung keberlangsungan pembelajaran.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini membuktikan e-modul interaktif PBL tidak hanya dinyatakan valid, praktis, dan efektif secara kuantitatif, namun memiliki kontribusi dari segi

pedagogis yang signifikan untuk meningkatkan kemampuan numerasi siswa. Kontribusi tersebut terletak pada kemampuannya dalam mengintegrasikan masalah kontekstual, aktivitas eksploratif, dan media interaktif sehingga mampu memfasilitasi proses berpikir matematika bermakna serta lebih mendalam.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan e-modul interaktif pada materi bangun ruang sisi datar yang layak digunakan dalam pembelajaran matematika karena, mampu menciptakan proses pembelajaran interaktif, kontekstual, serta berpusat pada siswa melalui integrasi model PBL. Penggunaan masalah kontekstual dan aktivitas interaktif mendorong siswa memahami konsep dengan lebih bermakna, mendorong keterlibatan aktif, serta mengembangkan kemampuan numerasi melalui proses berpikir kritis dan analitis terhadap masalah kontekstual. Keunggulan e-modul ini terletak pada integrasi aktivitas berbasis PBL dengan media digital interaktif yang tidak hanya mendukung penguasaan konsep matematis, namun meningkatkan juga kemandirian dan partisipasi siswa dalam proses belajar. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan e-modul pada materi maupun jenjang pendidikan yang berbeda agar pemanfaatannya dapat dikaji secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Adu, J. P., Nenohai, J. M. H., & Rimo, I. H. E. (2022). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis android menggunakan smart apps creator pada materi pola bilangan. *FRAKTAL: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(1), 75–87. https://doi.org/10.35508/fractal.v3i1.7076

Afsari, S., Safitri, I., Harahap, S. K., & Munthe, L. S. (2021). Systematic Literature Review: Efektivitas pendekatan pendidikan matematika realistik pada pembelajaran matematika. *IJI PUBLICATION: Indonesian Journal of Intellectual Publication*, 1(3), 189–197. https://doi.org/10.51577/ijipublication.v1i3.117

Agil, A. F., Dominikus, W. S., & Madu, A. (2025). Pengembangan e-modul pada materi lingkaran kelas xi berbasis etnomatematika sawah lodok kearifan lokal masyarakat manggarai. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), 596–604. https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5132

Agustina, R., Simamora, Y., & Matondang, K. (2026). pengembangan e-modul berbasis canva melalui pendekatan steam untuk meningkatkan kemampuan numerasi matematis siswa. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(02), 266–275. https://doi.org/10.23969/jp.v11i02.44210

Akbar, F. R., & Rimo, I. H. E. (2025). Pengembangan e-modul berbasis matematika realistik pada materi penyajian data kelas VII di UPTD SMPN 5. *TEMATIK: Jurnal Konten Pendidikan Matematika*, 3(1), 115–126. https://doi.org/10.55210/jkpm

Al Wizhar, B., Yunianta, T. N. H., & Setyadi, D. (2023). Pengembangan e-modul bangun ruang sisi datar dengan aplikasi kodular sebagai suplemen belajar siswa. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 416–426. https://doi.org/10.31100/histogram.v7i1.2548

Azizah, H. G., & Ristiana, M. G. (2023). Pengembangan bahan ajar materi bangun ruang sisi datar menggunakan pendekatan saintifik berbantuan geogebra. *JPMI: Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 6(4). https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i4.17661

Blegur, I. K. S. (2022). Problem Posing: Strategi yang memfasilitasi keterampilan berpikir tingkat tinggi matematika siswa irna karlina sensiana blegur. *FRAKTAL: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(1), 97–106.

https://doi.org/10.35508/fractal.v3i1.7292

Giriansyah, F. E., Pujiastuti, H., & Ihsanudin, I. (2023). Kemampuan pemahaman matematis siswa berdasarkan teori skemp ditinjau dari gaya belajar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 07(01), 751–765. https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i3.1515

Itsar, P. A., Afifah, N. R., & Purrani, M. R. (2023). Analisis konsentrasi belajar siswa dalam proses pembelajaran matematika. *Prosiding Diskusi Nasional Pendidikan Matematika*, 261–266. https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/DPNPMunindra/article/view/6439

Jamilah, & Sulistiowati, D. L. (2025). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis Android dengan pendekatan kontekstual. *PRIMATIKA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 273–288. https://doi.org/10.30872/primatika.v14i2.4350

Khofifah, Risalah, D., & Sandie. (2022). Analisis kemampuan spasial siswa pada materi geometri kelas VII. *JUPENJI: Jurnal Pendidikan Jompa Indonesia*, 1(1). https://doi.org/10.55784/jupenji.Vol1.Iss1.150

Kurniawan, M. A. F., Yunianta, T. N. H., & Kriswandani. (2023). Pengembangan e-modul berbasis flip pdf dan canva pada materi transformasi geometri. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 11(1), 166–181. https://doi.org/10.34312/euler.v11i1.20222

Massitta, & Temon, R. (2024). Transformasi pembelajaran dengan teknologi digital: peran canva dalam meningkatan kreativitas, kolaborasi, dan hasil belajar siswa di kelas. *Jurnal Pendidikan Profesional*, 13, 143–152.

Murod, M., Utomo, S., & Utaminingsih, S. (2021). Efektivitas bahan ajar e-modul interaktif berbasis android untuk peningkatan pemahaman konsep lingkaran kelas VI SD. *FENOMENA: Jurnal Penelitian*, 20(2), 219. https://doi.org/10.35719/fenomena

Nabila, F. N., Mawarsari, V. D., & Purnomo, E. A. (2025). Implementasi e-modul berbasis project, activity, cooperative, excerise (PACE) nuansa kota lama semarang materi bangun ruang sisi datar kelas VIII SMP. *JIMAT: Jurnal Ilmiah Matematika*, 6(1), 209–219. https://doi.org/10.63976/jimat.v6i1.856

Ningrum, P. A., & Rohim, A. (2023). Pengembangan e-modul interaktif berbasis canva dengan pendekatan PMRI untuk meningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa. *WAHANA PEDAGOGIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(2), 41–50. https://doi.org/10.52166/wp.v5i02.5629

OECD. (2023). PISA 2022 results factsheets indonesia PUBE. https://oecdch.art/a40de1dbaf/C108.

Perwitasari, D., & Aviory, K. (2024). Pengembangan bahan ajar e-modul untuk memfasilitasi kemampuan literasi matematika siswa. *JURNAL CENDEKIA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 09(01), 362–371. https://doi.org/10.31004/cendekia.v9i1.3854

Sahara, R. I. A., & Nurfauziah, P. (2021). Analisis kesulitan siswa materi bangun ruang sisi datar berdasarkan tahap berpikir van hiele. *JPMI: Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4(4), 911–920. https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i4.911-920

Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

Tambunan, L., & Tambunan, J. (2023). Pengembangan bahan ajar e-modul matematika berbantuan aplikasi canva pada materi grafik fungsi eksponen dan logaritma. *JURNAL CENDEKIA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1029–1038. https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2212

Zebua, A. I., Zega, Y., Telaumbanua, Y. N., & Mendrofa, N. K. (2024). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif berbasis teknologi augmented reality matematika SMK. *J-PiMat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1413–1424. https://doi.org/10.31932/j-pimat.v6i2.