



Pengembangan E-Modul Berbantuan Kalkulator Saintifik dengan Model *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Pemecahan Masalah pada Materi Eksponensial

Kiki Rizki Amalia¹, Makmuri², Tian Abdul Aziz³

^{1,2,3}Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

E-mail: kikirizkiamalia31@gmail.com, makmuri@unj.ac.id, tian_aziz@unj.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 2024-12-15 Revised: 2025-01-22 Published: 2025-02-01 Keywords: <i>E-module;</i> <i>PBL (Problem-Based Learning);</i> <i>Mathematical Problem Solving.</i>	This study aims to: 1) Describe the development process of the E-Module learning media supported by a Scientific Calculator for the Exponential material using the Problem Based Learning model at SMA Triguna Jakarta, and 2) Assess the improvement in students' problem-solving abilities through the use of the E-Module in mathematics learning on Exponential material at SMA Triguna Jakarta. The study uses feasibility testing involving experts and effectiveness testing using pretest and posttest. This research is a Research and Development (R&D) study based on the ADDIE model (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluation). The E-Module is designed with the Problem Based Learning approach and validated by experts through expert judgment. The E-Module was tested on a small group of 20 students in class XI at SMA Triguna Jakarta and then implemented in two larger classes, an experimental class and a control class. The results of the expert validation show that the E-Module is suitable for use, with an average validity percentage of 96%, classified as very feasible. The practicality test by teachers and students in the small group shows an average score of 88%, categorized as excellent. The effectiveness test shows that the E-Module is effective in improving mathematical problem-solving abilities, with an average N-gain in the effective category.
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2024-12-15 Direvisi: 2025-01-22 Dipublikasi: 2025-02-01 Kata kunci: <i>E-modul;</i> <i>PBL;</i> <i>Pemecahan Masalah Matematis.</i>	Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mendeskripsikan proses pengembangan media pembelajaran E-Modul berbantuan Kalkulator Saintifik pada materi Eksponensial dengan model Problem Based Learning di SMA Triguna Jakarta, dan 2) Menilai peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui pemanfaatan E-Modul tersebut dalam pembelajaran matematika materi Eksponensial di SMA Triguna Jakarta. Penelitian ini menggunakan metode uji kelayakan dengan melibatkan para ahli serta uji efektivitas menggunakan pretest dan posttest. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (R&D) yang mengacu pada model ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluation). E-Modul disusun dengan pendekatan Problem Based Learning dan divalidasi oleh para ahli menggunakan expert judgement. E-Modul diuji coba pada kelompok kecil berjumlah 20 peserta didik kelas XI di SMA Triguna Jakarta, dan kemudian diimplementasikan pada dua kelas besar, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil validasi dari para ahli menunjukkan bahwa E-Modul layak digunakan dengan persentase validitas rata-rata 96%, yang termasuk kategori sangat layak. Uji kepraktisan oleh guru dan peserta didik pada kelompok kecil menunjukkan nilai rata-rata 88%, yang masuk kategori sangat baik. Uji efektivitas menunjukkan bahwa E-Modul efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis dengan rata-rata N-gain yang diperoleh dalam kategori efektif.

I. PENDAHULUAN

Dunia saat ini menghadapi tantangan kompleks dalam berbagai aspek, yang mengharuskan individu memiliki keterampilan kreatif, inovatif, dan kolaboratif untuk menyelesaikan masalah. Pendidikan memegang peranan penting dalam mempersiapkan generasi untuk menghadapi tantangan tersebut. Di Indonesia, pembelajaran abad ke-21 diterapkan dengan menekankan teknologi digital, pengetahuan relevan, dan keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, serta kolaboratif untuk memper-

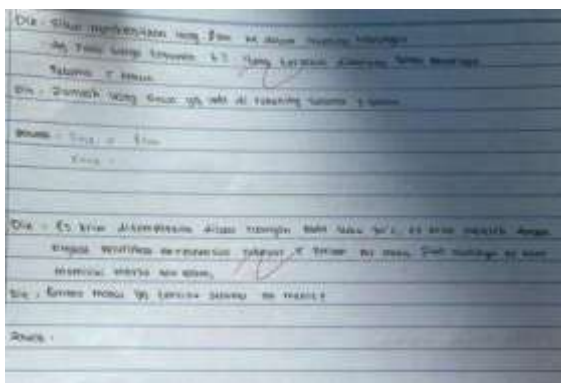
siapkan peserta didik menghadapi perubahan zaman.

Kemampuan pemecahan masalah, terutama dalam matematika, sangat penting untuk perkembangan karier dan menghadapi tantangan kehidupan, terutama di bidang STEM. Pemecahan masalah matematis melibatkan keterampilan berpikir logis, analisis, dan penyelesaian masalah kompleks. Soal matematika terbagi menjadi masalah rutin dan non-rutin, di mana masalah non-rutin membutuhkan tingkat pemikiran yang lebih tinggi dan kreativitas. Keterampilan ini

dapat dilatih melalui soal kontekstual yang mendorong peserta didik berpikir secara mendalam.

Pemecahan masalah matematis terdiri dari empat tahapan menurut Polya (2004): 1) Memahami masalah, 2) Merencanakan penyelesaian, 3) Melaksanakan rencana penyelesaian, dan 4) Mengecek kembali hasil. Penelitian seperti yang dilakukan oleh Amam (2017) dan Suraji dkk. (2018) menambahkan indikator seperti mengidentifikasi unsur yang diketahui dan tidak diketahui, serta menafsirkan hasil solusi. Kemampuan pemecahan masalah matematika di Indonesia masih lemah, seperti terlihat pada hasil PISA 2022, di mana meskipun ada peningkatan peringkat dalam literasi matematika, skor Indonesia mengalami penurunan dibandingkan 2018, dan OECD (2024) mencatat penurunan di bidang matematika, membaca, dan sains.

Tingkat literasi matematika di Indonesia masih rendah, berdampak pada kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik. Tes PISA mengukur kemampuan ini, dengan tingkat kompetensi minimum adalah kemampuan prosedur rutin dan level tertinggi mencakup pemecahan masalah kompleks. Penelitian menunjukkan kemampuan pemecahan masalah masih rendah, seperti penelitian Asih & Ramdhani (2019) yang menunjukkan 90% peserta didik mampu menyelesaikan soal rutin, namun hanya 60% yang dapat menyelesaikan soal non-rutin. Penelitian Rigusti & Pujiastuti (2020) menunjukkan nilai rata-rata 68,75, jauh dari skor ideal. Di SMA Triguna, hanya 28,45% peserta didik yang mampu mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui pada tahap memahami masalah.



Gambar 1. Hasil Analisis Kebutuhan Awal Indikator Pertama

Rata-rata hasil pada indikator kedua menunjukkan hanya 12,07% peserta didik yang dapat mencapai tahap merencanakan penyelesaian

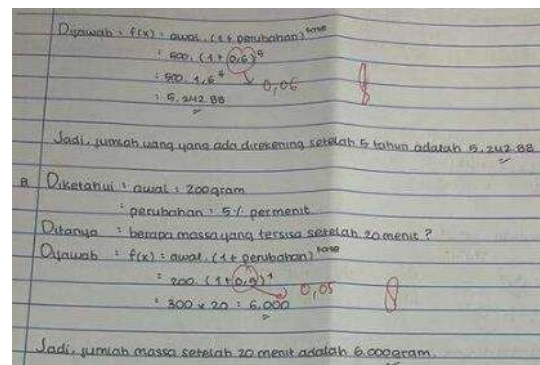
dengan menyusun model matematika atau merumuskan masalah matematik. Hal ini terlihat pada Gambar 2, di mana peserta didik membuat rencana penyelesaian yang tidak sesuai, sehingga menghasilkan jawaban yang salah.

0	1	2	3	4	5
3500	1.000	14.000	28.000	56.000	112.000

$f(x) = 3.500(x) + 120$
 $= 120.000$

Gambar 1. Hasil Analisis Kebutuhan Awal Indikator Kedua

Pada indikator ketiga, hanya 12,64% peserta didik yang berhasil melaksanakan perencanaannya dengan benar untuk memperoleh hasil yang tepat. Sebagian besar peserta didik hanya mencapai indikator kedua dengan perencanaan yang salah, sehingga menghasilkan jawaban yang keliru. Beberapa peserta didik yang telah menyusun perencanaan dengan benar, namun saat melaksanakan rencana tersebut tidak tepat, sehingga menghasilkan kesimpulan yang salah, seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Hasil Analisis Kebutuhan Awal Indikator Ketiga

Pada indikator keempat, hanya 10,34% dari 58 peserta didik yang berhasil mencapai tahap pemeriksaan kembali terhadap kesimpulan atau solusi yang diperoleh, seperti yang terlihat pada Gambar 4.

8. Diketahui: awal memiliki 200 jam kerja. Mesin mengalami penurunan sebesar 6%
Ditanya: jam kerja yang tersisa setelah 10 bulan?
Penyelesaian: awal (1 - perubahan) ^{periode}
 $200 (1 - 6\%)^{10}$
 $= 200 (0,94)^{10}$
 $= 65,66 \approx 65,7$
bersisa jam setelah 10 bulan adalah 65,7

9. Diketahui: Domba awalnya 100 ekor. Setiap tahun bertambah 4 kali lipat.
Ditanya: Berapakah waktu yang dibutuhkan agar domba tersebut berjumlah 26.214.400 ekor
Penyelesaian: awal: Periode: ^{periode}
 $F(0) : 100 \cdot 4^0 = 100$ $F(6) : 100 \cdot 4^6 = 409.600$
 $F(1) : 100 \cdot 4^1 = 400$ $F(7) : 100 \cdot 4^7 = 1.638.400$
 $F(2) : 100 \cdot 4^2 = 1.600$ $F(8) : 100 \cdot 4^8 = 6.553.600$
 $F(3) : 100 \cdot 4^3 = 6.400$ $F(9) : 100 \cdot 4^9 = 26.214.400$
 $F(4) : 100 \cdot 4^4 = 25.600$
 $F(5) : 100 \cdot 4^5 = 102.400$
jadi ~~8~~ butuh waktu 9 tahun

Gambar 3. Hasil Analisis Kebutuhan Awal Indikator Keempat

Kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik masih rendah, terutama dalam pengecekan kesimpulan. Peneliti melakukan analisis kebutuhan melalui wawancara dan observasi dengan guru dan peserta didik. Di SMA Triguna Jakarta, pembelajaran masih berpusat pada guru dengan metode ceramah menggunakan PPT, dan kurang mendukung pembelajaran mandiri. Peserta didik merasa pembelajaran matematika membosankan dan kesulitan dengan soal non-rutin, terutama dalam materi eksponensial. Sebanyak 92,3% peserta didik merasa bahan ajar yang ada belum cukup membantu, lebih menyukai bahan ajar elektronik seperti e-modul. Untuk dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, disarankan menggunakan model Problem Based Learning (PBL), yang mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kemandirian. Selain itu, modul pembelajaran elektronik berbasis PBL dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan menyertakan elemen multimedia seperti gambar, video, dan animasi. Setelah wawancara dan observasi, peneliti menemukan bahwa rendahnya motivasi peserta didik dalam pembelajaran matematika disebabkan oleh perhitungan yang rumit dan kurangnya penguasaan dasar matematika, seperti penjumlahan dan perkalian. Peserta didik merasa tidak perlu menguasai perhitungan dasar karena dapat menggunakan kalkulator. Peneliti tertarik menggunakan kalkulator untuk membantu pemahaman konsep matematika. Penelitian menunjukkan kalkulator dapat memperdalam pemahaman dan mendorong keterlibatan aktif dalam belajar. Peneliti memilih materi eksponensial, yang membutuhkan pemahaman konsep mendalam dan sering dianggap sulit oleh peserta didik. Untuk mengatasi ini, peneliti mengembangkan E-Modul berbasis Problem

Based Learning (PBL) dengan kalkulator saintifik di kelas X SMA Triguna Jakarta.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian bertujuan mengembangkan e-modul berbasis kalkulator saintifik dengan pendekatan Problem Based Learning untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik SMA. Penelitian dilakukan di SMA Triguna Jakarta. Penelitian menggunakan model ADDIE (Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate). Metode penelitian adalah quasi-experiment dengan dua kelompok: eksperimen (menggunakan e-modul) dan kontrol (pembelajaran konvensional). Data dikumpulkan melalui pretest dan posttest.

Langkah-Langkah Pengembangan Model

1. Analisis: Mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran melalui observasi, wawancara, dan angket.
2. Perencanaan: Menyusun tujuan pembelajaran, storyboard, dan validasi produk.
3. Pengembangan: Membuat e-modul dengan aplikasi Moodle dan divalidasi oleh ahli.
4. Aplikasi: Menguji coba modul pada kelompok kecil dan besar.
5. Evaluasi: Melakukan perbaikan akhir modul.

Subjek Penelitian dan Sumber Data
Populasi: Siswa kelas X SMA Triguna (83 siswa).
Sampel: Purposive sampling. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi, wawancara, angket, dan tes untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah sebelum dan sesudah penggunaan e-modul.

Teknik Analisis Data

1. Kualitatif: Analisis kebutuhan dan perbaikan e-modul.
2. Kuantitatif:
 - a) Kevalidan Modul: Evaluasi aspek materi, bahasa, dan media menggunakan skala Likert.
 - b) Respon Pengguna: Analisis tanggapan siswa dan guru terhadap kepraktisan modul.
 - c) Keefektifan Modul: Pengujian normalitas, homogenitas, uji rata-rata, dan N-Gain untuk mengukur peningkatan hasil belajar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pengembangan ini bertujuan untuk menciptakan e-modul menggunakan aplikasi Moodle dengan model Problem Based Learning (PBL). Prosedur pengembangan mengikuti tahapan ADDIE (Analysis, Design,

Development, Implementation, and Evaluation) dalam merancang bahan ajar.

Data untuk penelitian ini dikumpulkan melalui observasi, wawancara, angket, dan tes. Penelitian dimulai dengan analisis kebutuhan awal melalui observasi untuk mengumpulkan informasi tentang kebutuhan peserta didik. Wawancara dengan guru dan peserta didik dilakukan untuk memahami metode pembelajaran dan kendala yang dihadapi. Wawancara ini juga mendukung observasi dalam analisis kebutuhan awal. Langkah-langkah pengembangan dan hasil pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Analysis

Pada tahap awal, dilakukan analisis kebutuhan untuk mengumpulkan data sebagai informasi dalam analisis kebutuhan awal di SMA Triguna Jakarta. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam pengembangan bahan ajar. Analisis kebutuhan awal ini bertujuan untuk menentukan media pembelajaran yang efektif dan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Selain itu, tes tulis dilakukan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah peserta didik, yang menjadi salah satu alasan rendahnya hasil belajar mereka. Dengan pengembangan e-modul berbasis PBL ini, diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar, memberikan referensi bahan ajar tambahan untuk belajar mandiri, dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

2. Design

Tahap desain merupakan langkah yang diambil berdasarkan hasil analisis kebutuhan awal. Pada tahap ini, pengembangan produk memerlukan pembuatan Storyboard untuk mempermudah proses pembuatan. E-modul ini berbasis aplikasi menggunakan platform Moodle sebagai media untuk distribusi dan interaksi antara guru dan peserta didik. E-modul ini juga mengikuti langkah-langkah pembelajaran dengan menggunakan model Problem Based Learning (PBL), yang mencakup materi, eksplorasi masalah kontekstual, dan forum diskusi.

3. Development

Tahap pengembangan adalah proses pembuatan produk berdasarkan Storyboard yang telah disusun sebelumnya.

Tahap ini meliputi beberapa langkah, yaitu pembuatan media pembelajaran berupa e-modul dan validasi sebagai berikut:

a) Pembuatan Media Pembelajaran

Produk media yang dirancang dalam Storyboard akan dikembangkan menggunakan aplikasi Open Source Moodle, yang merupakan Learning Management System (LMS) yang memungkinkan berbagai aktivitas dalam satu platform, seperti pemberian materi, diskusi, kuis, serta menampilkan gambar dan video dalam menu kursus. Materi yang dikembangkan berkaitan dengan topik eksponensial dan eksplorasi masalah, disusun dengan cara yang memungkinkan peserta didik untuk menemukan pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan yang sudah ada.

Materi disajikan dalam bentuk visual berupa teks dan gambar, sehingga peserta didik dapat dengan mudah membangun pengetahuan secara mandiri. Dalam eksplorasi masalah, langkah-langkah pembelajaran menggunakan model PBL dimasukkan. Terdapat pula forum diskusi antara peserta didik dan guru, sehingga peserta didik akhirnya dapat menyimpulkan konsep tentang pertumbuhan dan peluruhan eksponensial.

Namun, pada proses pembuatan e-modul, tidak semua berjalan sesuai rencana awal. Ada prosedur-prosedur yang harus diikuti, seperti revisi e-modul berdasarkan arahan dari para ahli. Berikut adalah beberapa revisi yang dilakukan:

1) Revisi Pemilihan Tema atau Layout

Komentar dari validator 1 dan 2 menunjukkan bahwa layout untuk materi matematika kurang informatif, dan ada saran untuk menambahkan informasi mengenai kelas, semester, dan materi yang diajarkan.



Gambar 5. Perbandingan layout sebelum direvisi dan setelah direvisi

2) Revisi Pemilihan Warna

Saran dari validator 1 dan 2 menyatakan bahwa warna yang digunakan pada peta konsep di bagian pendahuluan kurang kontras.



3) Revisi Pemilihan Gambar

Saran dari validator 1 menunjukkan bahwa gambar yang digunakan dalam eksplorasi 1.2 tidak relevan dengan sifat-sifat pangkat atau kurang jelas. Sebagai tanggapan, gambar tersebut dihapus dari eksplorasi 1.2. Validator 2 juga menyarankan untuk menambahkan gambar guna memberikan daya tarik pada e-modul agar tidak terlihat monoton



Gambar 6. Penambahan ilustrasi penularan virus

Selanjutnya, dilakukan penilaian oleh validator materi dan bahasa. Penilaian materi mencakup kesesuaian materi dengan kurikulum yang berlaku, tujuan pembelajaran, aktualisasi materi, kesesuaian dengan indikator Problem Based Learning, relevansi dengan kemampuan pemecahan masalah, serta penggunaan kalkulator saintifik. Sementara itu, penilaian bahasa berfokus pada relevansi bahasa dengan

tujuan pembelajaran, kesesuaian bahasa dengan tingkat pemahaman peserta didik, keterbacaan teks, kemudahan pemahaman, konsistensi istilah dan penggunaan kata, serta kesesuaian penulisan dengan pedoman umum ejaan Bahasa Indonesia. Berikut adalah beberapa saran yang diberikan oleh Validator I dan II terkait materi dan bahasa:

Pada setiap latihan soal, diberikan petunjuk tentang cara menjawabnya, serta waktu pengerjaan dan jumlah soal, sehingga peserta didik dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan setiap soal. Namun, tingkat kesulitan materi belum terukur dengan baik untuk membedakan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah matematis. Oleh karena itu, disarankan agar peserta didik tidak bisa melanjutkan ke materi berikutnya jika tidak mampu menjawab soal dengan benar, sehingga kemampuan mereka dalam menguasai materi dapat terlihat.

Selain itu, untuk dapat mengevaluasi pemilihan pendekatan pemecahan masalah, dapat dilihat dari cara peserta didik menjawab eksplorasi masalah, apakah mereka sistematis dan mengikuti prosedur yang benar. Dalam penerapan kalkulator saintifik, soal-soal diberikan dengan angka yang rumit, yang tidak memungkinkan untuk dihitung secara manual, sehingga peserta didik dipastikan menggunakan kalkulator. Namun, pada bagian eksponen pangkat penjumlahan dan pengurangan, tidak ada contoh yang diberikan, dan soal eksplorasi tidak mengarah pada kesimpulan yang diinginkan.

$$2^3 \times 2^4 = 128 \text{ dan } 2^7 = \dots, \text{ yang artinya}$$

$$2^3 \times 2^4 = 2^{3+4} = 2^7, \text{ temukan untuk pola bilangan lain}$$

$$5^2 \times 5^3 = \dots = \dots$$

$$7^3 \times 7^5 = \dots = \dots$$

$$102^4 \times 102^7 = \dots = \dots$$

Kita akan mengambil kesimpulan, jika sebuah bilangan pokok a (bilangan real) dengan pangkat n, m (bilangan real), maka $a^n \times a^m = a^{n+m}$

Lalu apakah hasil dari $7^4 \times 6^4 = \dots$, dapat menggunakan pola di atas? Jelaskan!

Gambar 7. Eksplorasi yang digunakan untuk mencari sifat eksponen pangkat penjumlahan sesudah revisi

$\frac{1}{2^2} = 27$ dan $3^2 = \dots$, yang artinya
 $\frac{1}{2^2} = 3^2 = 3^2$, temukan untuk pola bilangan lain
 $\frac{1}{2^2} = 72^{\dots} = 72^{\dots}$
 $\frac{1}{4^2} = \dots = 4^{\dots} = 4^{\dots}$
 Apa yang bisa kamu simpulkan dari hasil eksplorasi diatas? Jika diketahui a merupakan bilangan bulat dengan bilangan real dan n bilangan pangkat dengan bilangan real
 $\frac{1}{a^n} = a^{-n}$
 Lalu apakah hasil dari $\frac{1}{a^n} = \dots$, dapat menggunakan pola di atas? Jelaskan!

Gambar 8. Eksplorasi yang digunakan untuk mencari sifat eksponen pangkat pengurangan sesudah revisi

Komentar pada soal eksplorasi 1.4 menyarankan agar penuntun jawaban terkait perubahan $=a$ dijelaskan lebih jelas. Tanggapan terhadap saran ini adalah dengan mengubah kalimat menjadi "perubahan bakteri setiap 1 jam atau $a=\dots$ ". Selain itu, validator bertanya apakah peserta didik sudah mempelajari logaritma sebelumnya, mengingat ada materi logaritma dalam eksplorasi 1.4. Tanggapan penulis adalah bahwa peserta didik belum mempelajari logaritma, sehingga penulis menambahkan definisi logaritma dalam materi eksplorasi tersebut.

Definisi Logaritma
 Misalkan a adalah bilangan positif dengan $0 < a < 1$ atau $a > 1$, $b > 0$
 $a^x = b$ jika dan hanya jika $x = \log_a b$
 di mana,
 a adalah bilangan pokok atau basis logaritma
 b adalah numerus
 x adalah hasil logaritma
 untuk mengingat lebih dalam tentang logaritma, mari berdiskusi!

Gambar 9. Revisi materi logaritma

Setelah validasi oleh ahli, uji coba dilakukan pada seorang guru mata pelajaran matematika. Hasil penilaian guru terhadap e-modul berbasis LMS Moodle adalah materi sudah sesuai dengan kurikulum Merdeka, urutan materi tepat, bahasa sesuai dengan perkembangan peserta didik, e-modul mudah diakses dan menarik, serta dapat melibatkan interaksi antara peserta didik dan guru. Namun, guru menyarankan agar ditambahkan latihan dengan tingkat kesulitan yang bervariasi.

Selanjutnya, uji coba dilakukan pada 20 peserta didik kelas XI, dengan hasil bahwa e-modul dibuat sistematis untuk pembelajaran mandiri, namun ada keluhan terkait waktu buka yang sedikit lama akibat masalah internet. Pada tahap implementasi, peneliti memberikan demonstrasi dan panduan penggunaan e-modul kepada guru sebelum dilaksanakan di kelas pada hari

Rabu dan Jumat dari 13 November hingga 11 Desember 2024. Pembelajaran menggunakan e-modul dilakukan dalam lima pertemuan dengan topik yang telah ditentukan. Evaluasi dilakukan setelah implementasi, dengan temuan bahwa soal dalam e-modul tidak terurut berdasarkan tingkat kesulitan. Evaluasi dilakukan dengan menyusun ulang soal sesuai tingkat kesulitan. Selain itu, beberapa peserta didik tidak memiliki kalkulator saintifik fisik, sehingga mereka harus berganti tab antara e-modul dan kalkulator digital, yang mempengaruhi kenyamanan mereka.

b) Kualitas E Modul

Mengukur kualitas e-modul sangat penting untuk memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan efektif. Sebelum e-modul dibagikan kepada peserta didik, e-modul terlebih dahulu divalidasi oleh para ahli. Jika e-modul dinilai layak, tahap berikutnya adalah uji kepraktisan dan efektivitas.

Kevalidan e-modul diukur dari validitas media, materi, dan bahasa. Berdasarkan penilaian ahli media, e-modul memperoleh skor rata-rata 95% (Sangat Valid), dengan aspek yang dinilai meliputi tampilan, navigasi, dan interaktivitas. Validasi materi diperoleh skor 92% (Sangat Valid), yang menilai kesesuaian materi dengan kurikulum, tujuan pembelajaran, dan kemampuan pemecahan masalah. Validasi bahasa juga sangat valid dengan skor 100%, menilai kesesuaian bahasa dengan tingkat pemahaman peserta didik dan pedoman ejaan Bahasa Indonesia.

Kepraktisan e-modul diukur berdasarkan pendapat pengguna, baik guru maupun peserta didik. Uji kepraktisan oleh guru diperoleh skor rata-rata 93% (Sangat Praktis), yang mengacu pada aspek kurikulum, materi, peran teknologi, dan interaktivitas. Sementara itu, uji kelompok kecil pada 20 peserta didik memperoleh skor 83% (Sangat Praktis), meskipun ada beberapa saran untuk perbaikan produk.

c) Pengaruh E-Modul (Efektifitas E-modul)

Uji pengaruh e-modul adalah bagian dari evaluasi efektivitas e-modul, yang

mengacu pada pendapat bahwa efektivitas produk dinilai dari konsistensi antara tujuan, proses, dan hasil pembelajaran yang dicapai oleh peserta didik. E-modul dianggap efektif jika ada peningkatan hasil belajar peserta didik dan dampaknya terhadap kemampuan yang diukur. Sebelum melakukan pengujian lebih lanjut, dilakukan pretest untuk mengukur kemampuan awal peserta didik. Hasil dari pretest digunakan untuk menentukan sampel kelas yang akan dijadikan subjek penelitian. Berdasarkan hasil pretest, dilakukan uji normalitas dan homogenitas. Hasil menunjukkan bahwa kelas X-A, X-B, dan X-D memiliki nilai signifikansi lebih dari 0,05, yang menunjukkan data terdistribusi normal. Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas yang menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 (0,484), yang mengindikasikan bahwa ketiga kelas berasal dari populasi dengan varians yang sama atau homogen, berarti kemampuan awal peserta didik serupa. Berdasarkan hal ini, dipilih dua kelas: X-A sebagai kelas kontrol dan X-B sebagai kelas eksperimen. Setelah pretest, kedua kelas diberi perlakuan yang berbeda dan pada akhir pertemuan dilakukan posttest. Kemudian, dilakukan uji untuk membandingkan perbedaan rata-rata antara kelas eksperimen dan kontrol, serta uji N-Gain untuk mengukur sejauh mana peningkatan terjadi antara pretest dan posttest. Sebelum kedua uji tersebut dilakukan, dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas.

1) Uji Normalitas

Hasil uji normalitas untuk kelas eksperimen dan kontrol menunjukkan nilai signifikansi Shapiro-Wilk berturut-turut sebesar 0,726, 0,159, 0,340, dan 0,079. Karena nilai signifikansi untuk kedua kelas lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan, berdasarkan hipotesis, bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol berasal dari populasi yang terdistribusi normal.

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam penelitian ini dilakukan mengguna-

kan uji Levene dengan taraf signifikansi 0,05. Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk kedua kelas lebih besar dari 0,05, yaitu 0,464. Berdasarkan hal ini, dapat disimpulkan, sesuai dengan hipotesis, bahwa kedua kelas berasal dari populasi yang memiliki varians yang sama, atau dengan kata lain, kedua kelas tersebut homogen.

3) Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik diukur menggunakan uji N-Gain. Pada kelas eksperimen diperoleh rata-rata peningkatan sebesar 84,55% dengan nilai maksimum 100 dan minimum 60. Berdasarkan tabel uji N-Gain, peningkatan kemampuan pemecahan masalah pada kelas eksperimen dikategorikan efektif. Sementara itu, pada kelas kontrol, rata-rata peningkatan adalah 74,56% dengan nilai maksimum 96 dan nilai minimum 46, yang berdasarkan tabel uji N-Gain, dikategorikan sebagai peningkatan yang cukup efektif.

4) Dampak Produk yang Dikembangkan Terhadap Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa.

Dampak e-modul terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa dianalisis dengan menggunakan uji t dua sampel independen (Independent Sample Test). Berdasarkan hasil uji t, nilai signifikansi (2-tailed) diperoleh lebih kecil dari 0,05, yaitu 0,046. Berdasarkan hipotesis, H_0 diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang menggunakan e-modul lebih baik dibandingkan dengan siswa yang tidak menggunakannya.

B. Pembahasan

Pengembangan e-modul dalam penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran di SMA Triguna Jakarta dengan memanfaatkan aplikasi Moodle yang dilengkapi dengan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL). Dalam

pengembangan ini, prosedur yang digunakan mengadaptasi model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), yang terdiri dari lima tahapan penting. Tahap pertama adalah Analysis atau analisis, di mana informasi mengenai kebutuhan awal peserta didik dikumpulkan melalui observasi, wawancara dengan guru dan peserta didik, serta tes. Langkah-langkah ini bertujuan untuk memahami masalah yang dihadapi oleh peserta didik, terutama terkait dengan materi yang kurang bervariasi dan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah matematis.

Hasil analisis ini menjadi dasar dalam merancang pengembangan bahan ajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Misalnya, pada tahap ini teridentifikasi bahwa bahan ajar yang ada kurang bervariasi, sehingga peserta didik kesulitan dalam memahami materi secara mandiri. Oleh karena itu, tujuan dari pengembangan e-modul ini adalah untuk menyediakan bahan ajar yang interaktif, berbasis teknologi, dan mengikuti model PBL, yang dapat meningkatkan motivasi serta kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Pada tahap Design, berdasarkan hasil analisis kebutuhan, pengembangan dilakukan dengan menyusun Story Board untuk memudahkan pembuatan materi. E-modul yang dikembangkan menggunakan aplikasi Moodle sebagai platform Learning Management System (LMS). Moodle memungkinkan penyajian materi dalam bentuk teks, gambar, dan video, serta menyediakan fitur untuk diskusi dan kuis. Penerapan model PBL dalam e-modul ini bertujuan untuk membangun kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah kontekstual yang relevan, melalui eksplorasi masalah, forum diskusi, dan refleksi terhadap materi yang telah dipelajari.

Tahap Development merupakan implementasi dari desain yang telah disusun, di mana materi pembelajaran dikembangkan dengan menggunakan Moodle. Pada tahap ini, media pembelajaran yang telah dirancang dalam Story Board diimplementasikan untuk menyusun konten yang sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan peserta didik. Pengembangan materi mencakup topik-topik seperti eksponensial, yang disusun secara sistematis agar peserta didik dapat menghubungkan pengetahuan baru dengan yang telah dipelajari sebelumnya. Seiring

dengan itu, berbagai aktivitas pembelajaran interaktif, seperti diskusi dan kuis, dirancang untuk mendukung proses pembelajaran secara mandiri dan kolaboratif.

Dengan pendekatan ini, diharapkan e-modul berbasis Moodle dan PBL dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan mendukung pengembangan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik secara efektif.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan e-modul berbantuan kalkulator saintifik dengan model Problem Based Learning (PBL) terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Proses pengembangan e-modul ini mengikuti model ADDIE yang terdiri dari analisis kebutuhan awal, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Produk e-modul yang dihasilkan telah memenuhi kriteria validitas yang tinggi dengan skor rata-rata validasi media 95%, materi 92%, dan bahasa 100%. Selain itu, e-modul ini juga terbukti praktis dan efektif berdasarkan hasil uji coba yang menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah yang signifikan. Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa kelas yang menggunakan e-modul mengalami peningkatan kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik (84,55%) dibandingkan dengan kelas kontrol (74,56%), yang dibuktikan dengan hasil uji t yang menunjukkan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, e-modul ini dapat dijadikan sebagai alternatif bahan ajar yang efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk mengembangkan lebih lanjut e-modul berbantuan kalkulator saintifik dengan model Problem Based Learning (PBL) yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. E-modul ini telah memenuhi kriteria validitas tinggi dan terbukti praktis serta efektif, sehingga dapat dijadikan alternatif bahan ajar yang meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Disarankan untuk menambah fitur-fitur interaktif dalam e-modul untuk lebih meningkatkan

pemahaman dan minat peserta didik dalam pembelajaran matematika.

DAFTAR RUJUKAN

- Adha, M. A., Gordisona, S., Ulfatin, N., & Supriyanto, A. (2019). Analisis komparasi sistem pendidikan Indonesia dan Finlandia. *Jurnal Studi Manajemen Pendidikan*, 3(2), 145–160.
- Akinoğlu, O., & Tandoğan, R. Ö. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1), 71–81.
- Albanese, M. A., & Dast, L. C. (2013). Problem-based learning. *Understanding Medical Education: Evidence, Theory and Practice*, 61–79.
- Amam, A. (2017). Penilaian kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 2(1), 39–46.
- Barlian, U. C., & Solekah, S. (2022). Implementasi kurikulum merdeka dalam meningkatkan mutu pendidikan. *JOEL: Journal of Educational and Language Research*, 1(12), 2105–2118.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education* (Vol. 1). Springer Publishing Company.
- Copriady, J., Iswandari, S. N., Noer, A. M., & Albeta, S. W. (2020). Pengembangan E-modul berbasis moodle pada materi hidrokarbon. *EDUSAINS*, 12(1), 81–88.
- Erstad, O., & Voogt, J. (2018). The twenty-first century curriculum: issues and challenges. *Springer International Handbooks of Education*, 19–36.
- Hana, H., & Tina, S. S. (2021). Perbandingan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa antara Problem Based Learning Dan Direct Instruction. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 83–96.
- Handayani, A. (2020). Struktur Modal Perusahaan Rokok di Indonesia. *Accounting and Management Journal*, 4(2), 95–104.
- Hendrycks, D., Burns, C., Kadavath, S., Arora, A., Basart, S., Tang, E., Song, D., & Steinhardt, J. (2021). Measuring mathematical problem solving with the math dataset. *ArXiv Preprint ArXiv:2103.03874*.
- Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 180–191.
- Iftitah, S. L. (2023). Designing Effective Instructional Media in Early Childhood Education: A Comparative Review of the ADDIE and Dick and Carey Instructional Design Models. *Advances in Educational Technology*, 2(1), 46–67.
- Islahiyah, I., Pujiastuti, H., & Mutaqin, A. (2021). Pengembangan e-modul dengan model pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *AKSIOMA J. Progr. Stud. Pendidik. Mat*, 10(4), 2107–2118.
- Jiang, Y., Cayton-Hodges, G. A., Oláh, L. N., & Minchuk, I. (2023). Using sequence mining to study students' calculator use, problem solving, and mathematics achievement in the National Assessment of Educational Progress (NAEP). *Computers & Education*, 193, 104680.
- Laili, I. (2019). Efektivitas pengembangan e-modul project based learning pada mata pelajaran instalasi motor listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315.
- Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (Vol. 85). Princeton university press.
- Wahyuningsih, W. (n.d.). *Metodologi Penelitian*.