



Pengembangan E-modul Interaktif Berbasis *Problem-Based Learning* untuk Meningkatkan Literasi Matematika

Elsa Fahira^{1*}, Agus Maman Abadi²

¹Mahasiswa Magister Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

² Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

*elsafahira.2024@student.uny.ac.id

Abstract

This study aims to develop and describe an interactive e-module based on the Problem-Based Learning model for eighth-grade students' mathematical literacy in the topic of straight-line equations, meeting the criteria of validity, practicality, and effectiveness. This research and development study employed the ADDIE model, consisting of Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The subjects were 30 eighth-grade students at SMP Negeri 16 Yogyakarta. The instruments included validation sheets, a lesson implementation observation sheet, practicality questionnaires for teachers and students, and a mathematical literacy test. The results showed that the e-module applied the Problem-Based Learning syntax, integrated digital platforms, and supported students' mathematical literacy. The e-module was valid, with scores of 69 from the material expert and 102 from the media expert. It was practical, with scores of 85 from the teacher, 69.86 from students, and 94.92% for lesson implementation. The e-module was also effective based on Hotelling's T^2 test, one-sample t-test, proportion test, and N-Gain analysis. The e-module can serve as an alternative technology-based instructional material for teaching straight-line equations and supporting students' mathematical literacy.

Keywords: interactive e-module; problem-based learning; mathematical literacy; equation of a straight line.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menghasilkan dan mendeskripsikan karakteristik e-modul interaktif berbasis model *Problem-Based Learning* yang berorientasi pada kemampuan literasi matematika siswa kelas VIII SMP pada materi persamaan garis lurus serta memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Subjek penelitian terdiri atas 30 siswa kelas VIII SMP Negeri 16 Yogyakarta. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, angket kepraktisan guru dan siswa, serta tes kemampuan literasi matematika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul menerapkan sintaks *Problem-Based Learning*, mengintegrasikan berbagai platform digital, dan berorientasi pada pengembangan literasi matematika siswa. E-modul dinyatakan valid dengan skor 69 dari ahli materi dan 102 dari ahli media, praktis dengan skor penilaian guru sebesar 85, penilaian siswa sebesar 69,86, serta keterlaksanaan pembelajaran sebesar 94,92%. E-modul juga dinyatakan efektif berdasarkan uji *Hotelling's T²*, *One Sample t-Test*, uji proporsi, dan *N-Gain*. E-modul dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan ajar

berbasis teknologi untuk mendukung pembelajaran persamaan garis lurus dan pengembangan kemampuan literasi matematika siswa.

Kata Kunci: e-modul interaktif; *problem-based learning*; kemampuan literasi matematika; persamaan garis lurus.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan fondasi utama dalam membentuk sumber daya manusia yang berkualitas, mampu beradaptasi, dan siap menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi. Pada abad ke-21, pembelajaran tidak lagi hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan berbagai kompetensi yang dibutuhkan dalam kehidupan nyata. Partnership for 21st Century Skills (P21) mengemukakan bahwa siswa perlu menguasai keterampilan belajar, keterampilan literasi, dan keterampilan hidup sebagai bekal menghadapi tantangan global (P21, 2019). Sejalan dengan hal tersebut, *National Council of Teachers of Mathematics* NCTM (2000) menegaskan bahwa pembelajaran matematika harus mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, komunikasi, penalaran, koneksi, dan representasi matematis (Jahangiri et al., 2022). Kompetensi-kompetensi tersebut tercermin dalam kemampuan literasi matematika yang menjadi salah satu keterampilan penting abad ke-21.

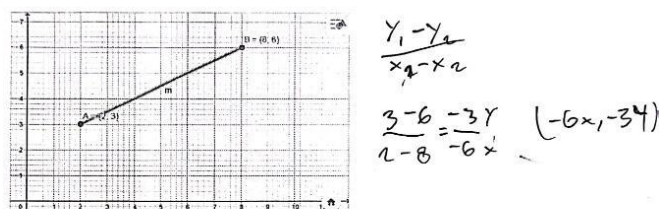
Programme for International Student Assessment (PISA) mendefinisikan literasi matematika sebagai kemampuan individu untuk memformulasikan, menggunakan, dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks sehingga mampu mengambil keputusan yang logis dan bertanggung jawab (OECD, 2018). Kemampuan ini memungkinkan siswa menghubungkan konsep matematika dengan permasalahan kehidupan sehari-hari sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Afni & Hartono, 2020; X. Chen et al., 2022; Kaiser & Willander, 2005). Oleh karena itu, literasi matematika tidak hanya menjadi indikator keberhasilan pembelajaran matematika, tetapi juga menjadi bekal penting bagi siswa dalam menghadapi berbagai persoalan di masyarakat.

Meskipun demikian, kemampuan literasi matematika siswa Indonesia masih tergolong rendah. Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa skor literasi matematika Indonesia sebesar 366, masih berada di bawah rata-rata OECD sebesar 472 dan menempatkan Indonesia pada peringkat keenam terbawah dari 81 negara peserta (OECD, 2023). Rendahnya capaian tersebut menunjukkan bahwa banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam memformulasikan masalah, menggunakan konsep matematika secara tepat, serta menginterpretasikan solusi pada berbagai situasi kontekstual (Stacey, 2015). Temuan tersebut diperkuat oleh berbagai penelitian yang melaporkan bahwa kemampuan literasi matematika siswa SMP di Indonesia masih berada pada kategori rendah hingga sedang (Setiawati et al., 2020; Husni & Herman, 2024; Muhaimin et al.,

2024; Fauzi et al., 2025; Zulkarnain et al., 2021; Nurmasari et al., 2022; Julianto et al., 2021; Yustitia et al., 2024).

Permasalahan tersebut juga ditemukan di SMP Negeri 16 Yogyakarta. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang dilakukan bersama guru matematika dan hasil pengukuran awal terhadap 30 siswa kelas VIII, kemampuan literasi matematika siswa pada materi persamaan garis lurus masih belum optimal. Persentase capaian indikator merumuskan informasi dan memodelkan masalah sebesar 44,16%, menggunakan konsep, fakta, dan prosedur sebesar 40,62%, serta menginterpretasikan dan mengevaluasi solusi sebesar 55,83%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa indikator menggunakan konsep, fakta, dan prosedur memperoleh persentase terendah sehingga siswa masih mengalami kesulitan dalam menerapkan konsep matematika ketika menyelesaikan masalah kontekstual.

Salah satu contoh kesalahan siswa ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan jawaban tersebut, siswa telah mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui, tetapi belum mampu menggunakan konsep gradien secara tepat. Kesalahan dalam memilih prosedur dan melakukan substitusi menyebabkan hasil akhir yang diperoleh tidak sesuai. Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa belum mampu menggunakan konsep, fakta, dan prosedur secara tepat dalam menyelesaikan soal literasi matematika pada materi persamaan garis lurus.



Titik A berada di koordinat (2,3) dan titik B di koordinat (8,6). Sumbu x menyatakan jarak mendatar (dalam kilometer) dari dasar lembah, sedangkan sumbu-Y menyatakan ketinggian tanah (dalam kilometer). Tentukan gradien (kemiringan) jalur pipa air dari titik A dan titik B!

Gambar 1. Contoh Jawaban Siswa pada Soal Literasi Matematika Materi Persamaan Garis Lurus

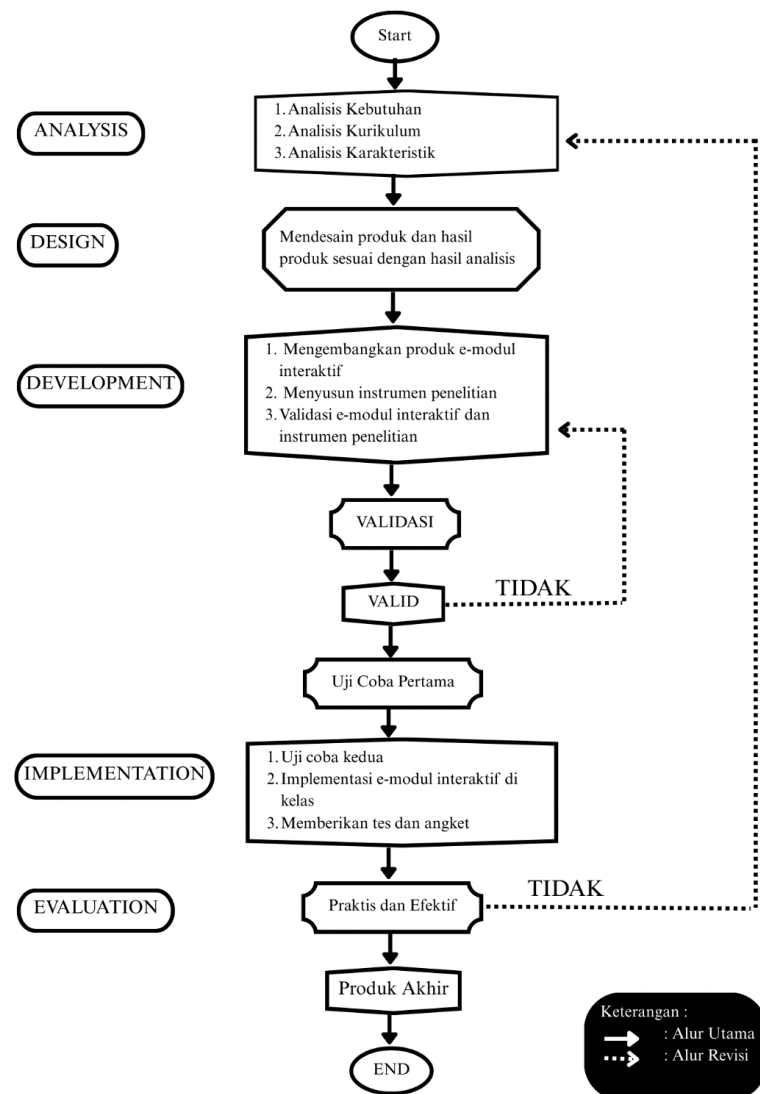
Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan literasi matematika adalah menerapkan model *Problem-Based Learning* (PBL). Model ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar melalui penyelesaian masalah kontekstual sehingga mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah (Ge et al., 2025). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa PBL efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa (Hafiz et al., 2020); Huda & Khotimah, 2023); Irfan et al., 2022). Agar implementasi PBL lebih optimal, diperlukan media pembelajaran yang mampu memfasilitasi interaksi dan eksplorasi belajar siswa. Salah satu media yang sesuai adalah e-modul interaktif yang mengintegrasikan berbagai platform digital seperti GeoGebra, Padlet, Quizizz, dan YouTube sehingga pembelajaran menjadi lebih aktif, kontekstual, dan memberikan umpan balik secara langsung.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan e-modul berbasis *Problem-Based Learning*, namun sebagian besar masih berfokus pada peningkatan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, atau pemahaman matematis. Penelitian tersebut juga belum banyak mengkaji peningkatan terhadap kemampuan literasi matematika serta belum memanfaatkan kombinasi platform digital untuk mendukung interaksi siswa dengan guru, siswa lain, maupun media pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* yang berorientasi pada kemampuan literasi matematika siswa SMP kelas VIII pada materi persamaan garis lurus melalui integrasi Padlet, GeoGebra, Quizizz, dan YouTube.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan mengembangkan e-modul interaktif berbasis model *Problem-Based Learning* yang berorientasi pada kemampuan literasi matematika siswa. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation* (Branch et al., 2009). Model ini dipilih karena menyediakan tahapan pengembangan yang sistematis dan berorientasi pada evaluasi berkelanjutan sehingga sesuai untuk menghasilkan media pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 16 Yogyakarta pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian terdiri atas 10 siswa kelas VIII yang dilibatkan pada uji coba skala kecil untuk memperoleh informasi mengenai kepraktisan awal e-modul serta 30 siswa kelas VIIIF sebagai subjek uji coba skala besar untuk menguji kepraktisan dan keefektifan produk. Pemilihan subjek dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan karakteristik kelas yang heterogen berdasarkan kemampuan awal matematika.

Alur pengembangan penelitian menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Setiap tahap dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan e-modul interaktif yang memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Secara keseluruhan, tahapan pengembangan e-modul dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Pengembangan

Pada tahap *analysis*, dilakukan analisis kebutuhan, kurikulum, dan karakteristik siswa. Tahap *design* dilakukan dengan merancang e-modul dan instrumen penelitian, sedangkan tahap *development* meliputi pengembangan dan validasi produk. Selanjutnya, tahap *implementation* dilakukan melalui uji coba produk, dan tahap *evaluation* dilakukan untuk menilai serta menyempurnakan produk.

Data penelitian dikumpulkan melalui validasi ahli, observasi keterlaksanaan pembelajaran, angket kepraktisan guru dan siswa, tes kemampuan literasi matematika. Validasi dilakukan oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kelayakan e-modul interaktif dari aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan media pembelajaran. Setelah e-modul dinyatakan layak berdasarkan hasil validasi, produk diimplementasikan melalui

uji coba skala kecil dan uji coba skala besar kepada siswa kelas VIII SMP Negeri 16 Yogyakarta. Adapun rumus dalam membuat kevalidan dan interval kategori kevalidan menurut Widoyoko (2017) sebagai berikut.

$$JI = \frac{S_{maks} - S_{min}}{\Sigma K_i}$$

Keterangan:

JI : Jarak Interval
 S_{maks} : Skor Maksimum Ideal
 S_{min} : Skor Minimum Ideal
 ΣK_i : Banyak Kelas Interval

Tabel 1. Interval Kategori Kevalidan

Interval	Kategori
$S_{min} + 4JI \leq V \leq S_{maks}$	Sangat Valid
$S_{min} + 3JI \leq V < S_{min} + 4JI$	Valid
$S_{min} + 2JI \leq V < S_{min} + 3JI$	Cukup Valid
$S_{min} + JI \leq V < S_{min} + 2JI$	Kurang Valid
$S_{min} \leq V < S_{min} + JI$	Tidak Valid

Kepraktisan e-modul dinilai melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran serta angket respons guru dan siswa yang menggunakan skala Likert empat tingkat. Data hasil observasi dan angket dianalisis dengan menghitung persentase skor menggunakan rumus berikut. Adapun rumus dalam membuat kepraktisan dan interval kategori kepraktisan menurut Widoyoko (2017) sebagai berikut.

$$JI = \frac{S_{maks} - S_{min}}{\Sigma K_i}$$

Keterangan:

JI : Jarak Interval
 S_{maks} : Skor Maksimum Ideal
 S_{min} : Skor Minimum Ideal
 ΣK_i : Banyak Kelas Interval

Tabel 2. Interval Kategori Kevalidan

Interval	Kategori
$S_{min} + 4JI \leq V \leq S_{maks}$	Sangat Praktis
$S_{min} + 3JI \leq V < S_{min} + 4JI$	Praktis
$S_{min} + 2JI \leq V < S_{min} + 3JI$	Cukup Praktis
$S_{min} + JI \leq V < S_{min} + 2JI$	Kurang Praktis
$S_{min} \leq V < S_{min} + JI$	Tidak Praktis

Keefektifan e-modul dievaluasi berdasarkan hasil tes kemampuan literasi matematika yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran. Sebelum pengujian hipotesis, data dianalisis menggunakan uji asumsi yang meliputi uji normalitas multivariat dan uji homogenitas matriks varians-kovarians. Selanjutnya,

perbedaan kemampuan literasi matematika sebelum dan sesudah penggunaan e-modul dianalisis menggunakan Hotelling's T^2 . Setelah diperoleh perbedaan yang signifikan secara simultan, dilakukan One Sample t-test untuk menguji apakah rata-rata hasil belajar telah melampaui KKTP. Ketuntasan klasikal dianalisis menggunakan uji proporsi, sedangkan peningkatan kemampuan siswa dihitung menggunakan skor N-Gain. E-modul dinyatakan efektif apabila rata-rata kemampuan literasi matematika melebihi KKTP (75), ketuntasan klasikal mencapai lebih dari 75%, serta nilai rata-rata N-Gain berada pada kategori minimal sedang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

E-modul interaktif ini dengan model *problem-based learning* dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa SMP kelas VIII materi persamaan garis lurus dikembangkan dalam bentuk *flipbook*. *Flipbook* dapat diakses secara online oleh siswa pada link menggunakan computer/laptop/handphone. Pengembangan e-modul interaktif dilakukan menggunakan model ADDIE, yang meliputi lima tahapan utama : *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi) dan *Evaluation* (Evaluasi). Penjelasan rinci mengenai hasil tahapan-tahapan model ADDIE dalam penelitian ini dideskripsikan sebagai berikut.

3.1.1 *Analysis* (Analisis)

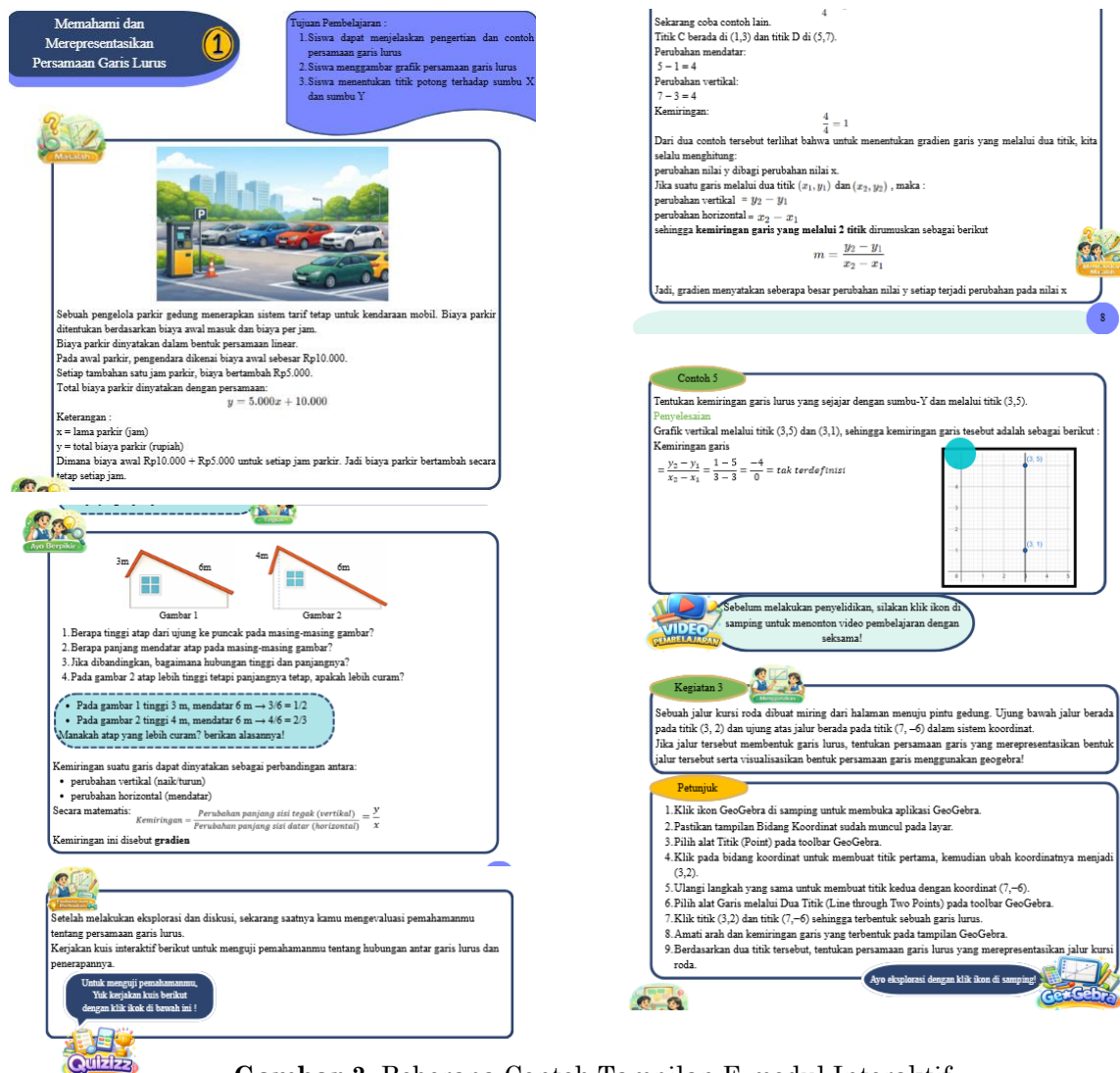
Pada tahap *analysis*, dilakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis karakteristik siswa sebagai dasar pengembangan e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning*. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran matematika masih berpusat pada guru, penggunaan media pembelajaran interaktif masih terbatas, serta siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep persamaan garis lurus, menyelesaikan masalah kontekstual, dan menghubungkan berbagai representasi matematis. Berdasarkan analisis kurikulum dan karakteristik siswa, dikembangkan e-modul interaktif yang mengintegrasikan YouTube, GeoGebra, Padlet, dan Quizizz untuk mendukung pembelajaran yang lebih interaktif serta meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa.

3.1.2 *Design* (Desain)

Pada tahap *design*, dilakukan perancangan e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* berdasarkan hasil analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis karakteristik siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan kontekstual, memahami konsep persamaan garis lurus. Selain itu, pembelajaran masih didominasi penggunaan buku paket sehingga belum mampu memfasilitasi pembelajaran yang interaktif dan berpusat pada siswa. Oleh karena itu, e-modul dirancang dengan mengintegrasikan model *Problem-Based Learning* serta berbagai media digital, yaitu GeoGebra sebagai media

visualisasi konsep, Padlet sebagai media diskusi, YouTube sebagai sumber belajar visual, dan Quizizz sebagai media evaluasi interaktif.

Berdasarkan rancangan tersebut, e-modul disusun dalam bentuk *flipbook* yang memuat capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi persamaan garis lurus, aktivitas pembelajaran berbasis *Problem-Based Learning*, latihan soal, serta evaluasi. Aktivitas pembelajaran dirancang mengikuti lima sintaks *Problem-Based Learning*, yaitu mengorientasikan siswa pada masalah, mengorganisasikan siswa untuk belajar, membimbing penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Selain itu, setiap aktivitas dirancang untuk memfasilitasi tiga indikator kemampuan literasi matematika (*formulate, employ, dan interpret and evaluate*). Beberapa contoh tampilan visual e-modul interaktif berbasis problem-based learning ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Beberapa Contoh Tampilan E-modul Interaktif

3.1.3 Development (Pengembangan)

Tahap pengembangan produk awal merupakan proses pembuatan bahan e-modul interaktif berdasarkan rancangan desain yang telah disusun sebelumnya. E-modul interaktif ini dikembangkan dengan aplikasi desain yaitu Canva untuk mendukung penyajian materi yang interaktif dan menarik. Dalam e-modul interaktif tersedia tools menuju link Youtube, Geogebra, Padlet, Quizizz yang telah dibuat untuk memfasilitasi pemahaman siswa. Komponen-komponen di dalam e-modul interaktif juga disesuaikan dengan langkah-langkah model *problem-based learning* dan langkah-langkah kemampuan literasi matematika.

Setelah e-modul interaktif dikembangkan selanjutnya dilakukan Validasi ahli untuk mengukur kelayakan instrument yang digunakan berdasarkan pendapat ahli. Validasi ahli dalam penelitian ini merupakan dosen program studi magister pendidikan matematika Universitas Negeri Yogyakarta. Adapun instrumen yang diuji validitasnya yaitu produk e-modul interaktif, modul ajar, lembar keterlaksanaan pembelajaran, angket respon guru dan siswa, tes kemampuan literasi matematika. Adapun hasil penilaian kevalidan masing-masing instrumen tersebut disajikan sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Validasi Produk dan Instrumen Penelitian				
No.	Komponen Validasi	Nilai Maksimum	Hasil Validasi	Kategori
1	E-modul Interaktif oleh Ahli Materi	80	65	Valid
2	E-modul Interaktif oleh Ahli Media	115	102	Sangat Valid
3	Modul Ajar	110	89	Valid
4	Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran	35	29	Valid
5	Angket Respon Guru	30	27	Sangat Valid
6	Angket Respon Siswa	30	27	Sangat Valid
7	Soal Pretest Kemampuan Literasi Matematika	12	12	Sangat Valid
8	Soal Posttest Kemampuan Literasi Matematika	12	12	Sangat Valid
9	Angket <i>Self-Efficacy</i>	40	34	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi, dapat dilihat bahwa e-modul interaktif oleh ahli media, angket respon guru dan siswa, soal pretest dan posttest kemampuan literasi matematika, serta angket *self-efficacy* memperoleh kategori sangat valid. Sedangkan, e-modul interaktif oleh ahli materi, modul ajar, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran memperoleh kategori valid. Oleh karena itu, media dan instrument penelitian dinyatakan valid sehingga layak untuk digunakan.

Reliabilitas instrumen tes kemampuan literasi matematika dan angket *self-efficacy* dibuktikan dengan menentukan koefisien reliabilitas *Cronbach's Alpha*. Instrumen dinyatakan reliabel jika koefisien reliabilitas mencapai 0,60 (George & Mallery, 2016). Hasil estimasi pada tes kemampuan literasi matematika dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Realibilitas Instrumen

Instrumen	<i>Cronbach's Alpha</i>
Soal pretest kemampuan literasi matematika	0,685
Soal posttest kemampuan literasi matematika	0,656

Berdasarkan hasil uji reliabilitas instrumen, diperoleh nilai *cronbach's alpha* sebesar 0,685 untuk soal pretest dan 0,656 untuk soal posttest kemampuan literasi matematika. Karena semua nilai *cronbach's alpha* yang diperoleh lebih dari 0,60, maka instrumen tes kemampuan literasi matematika dinyatakan reliabel.

3.1.4 *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi dilakukan melalui uji coba skala besar setelah e-modul interaktif dinyatakan valid dan praktis pada tahap sebelumnya. Uji coba dilaksanakan pada 30 siswa kelas VIIIF SMP Negeri 16 Yogyakarta selama enam pertemuan yang terdiri atas satu kali *pretest*, empat kali kegiatan pembelajaran menggunakan e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning*, dan satu kali *posttest*. Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kepraktisan dan keefektifan e-modul dalam meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa.

Hasil penilaian kepraktisan oleh guru menunjukkan skor **85** dengan kategori sangat praktis. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan, memiliki tampilan yang menarik, serta mampu mendukung pelaksanaan pembelajaran secara efektif. Kepraktisan yang tinggi mengindikasikan bahwa produk yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan guru sebagai fasilitator pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan penelitian Akker et al. (2013) yang menyatakan bahwa suatu produk pembelajaran dikatakan praktis apabila mudah digunakan oleh pengguna dan dapat diterapkan dalam proses pembelajaran sesuai tujuan yang dirancang. Berikut tabel hasil penilaian kepraktisan oleh guru.

Tabel 5. Hasil Penilaian Kepraktisan oleh Guru

Aspek	Skor
Kemudahan Penggunaan	24
Tampilan Visual dan Daya Tarik	19
Kejelasan Konten dan Petunjuk	23
Performa dan Stabilitas Teknis	19
Total	85
Kategori Kepraktisan	Sangat Praktis

Hasil penilaian kepraktisan oleh siswa memperoleh skor rata-rata 69,86 dengan kategori praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul dapat digunakan dengan baik oleh siswa, baik dari aspek kemudahan penggunaan, tampilan, maupun kejelasan materi. Integrasi berbagai media digital, seperti GeoGebra, Padlet, YouTube, dan Quizizz, memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif sehingga meningkatkan keterlibatan siswa selama pembelajaran. Hasil ini didukung oleh penelitian (Mutmainah & Kartika (2024) yang menyatakan bahwa penggunaan e-modul interaktif mampu meningkatkan partisipasi dan motivasi belajar siswa karena memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dibandingkan bahan ajar konvensional. Berikut tabel hasil penilaian kepraktisan oleh siswa.

Tabel 6. Hasil Penilaian Kepraktisan oleh Siswa

Aspek	Skor Rata
Kemudahan Penggunaan	19,36
Tampilan Visual dan Daya Tarik	15,67
Kejelasan Konten dan Petunjuk	19,4
Performa dan Stabilitas Teknis	15,53
Total	69,96
Kategori Kepraktisan	Praktis

Selain itu, hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran menunjukkan persentase sebesar 94,92% dengan kategori sangat baik. Persentase tersebut menunjukkan bahwa seluruh tahapan pembelajaran berbasis *Problem-Based Learning* dapat terlaksana sesuai dengan rancangan yang telah disusun. Keterlaksanaan pembelajaran yang tinggi menunjukkan bahwa e-modul tidak hanya mudah digunakan, tetapi juga mampu mendukung implementasi sintaks *Problem-Based Learning* secara konsisten. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Branch et al. (2009) yang menyatakan bahwa keberhasilan implementasi suatu produk pembelajaran dapat dilihat dari keterlaksanaan pembelajaran sesuai desain yang telah dikembangkan.

Selanjutnya, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data *pretest* dan *posttest* kemampuan literasi matematika berdistribusi normal karena seluruh nilai *p-value* lebih besar dari 0,05. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas, data layak digunakan untuk pengujian hipotesis menggunakan analisis parametrik.

Hasil uji *one sample t-test* menunjukkan nilai $t = 3,5554$ dengan *p-value* $6,586 \times 10^{-4} < 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan literasi matematika siswa setelah menggunakan e-modul lebih tinggi dibandingkan nilai acuan yang telah ditetapkan (KKTP = 75). Temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran menggunakan e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* mampu membantu siswa mencapai kompetensi yang diharapkan. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian OECD (2023) yang menekankan bahwa pembelajaran berbasis pemecahan masalah

dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan konsep matematika pada berbagai konteks. Berikut tabel hasil uji *one sample t-test*.

Tabel 7. Hasil Uji *One Sample T-Test*

Variabel	T_{hitung}	$T_{\alpha(n-1)}$	$p-value$	α
Kemampuan literasi matematika	3,5554	1,6991	$6,586 \times 10^{-4}$	0,05

Hasil uji proporsi menunjukkan nilai Z hitung = 1,8973 dengan p-value = 0,0458 ($< 0,05$) dan tingkat ketuntasan klasikal mencapai 90%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proporsi siswa yang mencapai KKTP telah melampaui batas minimal ketuntasan klasikal sebesar 75%. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan mampu membantu sebagian besar siswa mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Arends & Kilcher (2010) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan keberhasilan belajar melalui keterlibatan aktif siswa dalam proses penyelesaian masalah. Berikut tabel hasil uji proporsi.

Tabel 8. Hasil Uji Proporsi

Variabel	Z_{hitung}	$Z_{\alpha(n-1)}$	$p-value$	α	Proporsi
Kemampuan literasi matematika	1,8973	1,6448	0,0458	0,05	90%

Berdasarkan hasil uji *n-gain* yang telah dilakukan, diperoleh skor sebesar 0,6947 untuk kemampuan literasi matematika termasuk kedalam kategori sedang dan $\geq 0,3$, maka H_0 ditolak. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan kemampuan literasi matematika siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul interaktif. Berdasarkan uji hipotesis yang uji *one sample t-test*, uji proporsi, dan uji *N-Gain*. Hasil yang diperoleh memenuhi semua kriteria keefektifan yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul interaktif penggunaan yang dikembangkan dapat dianggap efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa.

Selanjutnya, hasil analisis N-Gain menunjukkan skor sebesar 0,6947 yang termasuk dalam kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan kemampuan literasi matematika siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul interaktif. Peningkatan ini menunjukkan bahwa integrasi berbagai media digital dengan sintaks *Problem-Based Learning* mampu membantu siswa memahami konsep secara lebih bermakna. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rahayu et al. (2025) yang menyatakan bahwa nilai *N-Gain* kategori sedang hingga tinggi menunjukkan adanya

peningkatan kemampuan belajar yang efektif setelah diberikan suatu perlakuan pembelajaran.

Secara keseluruhan, hasil One Sample *t*-test, uji proporsi, dan analisis N-Gain menunjukkan bahwa seluruh indikator keefektifan telah terpenuhi. Dengan demikian, e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* yang dikembangkan dinyatakan efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa.

3.1.5 Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi merupakan tahapan akhir dalam penelitian dan pengembangan model ADDIE. Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap e-modul interaktif yang dikembangkan untuk menilai tingkat kepraktisan dan keefektifannya dalam mendukung proses pembelajaran. Kepraktisan e-modul interaktif diukur melalui lembar kepraktisan yang diisi oleh siswa dan guru. Lembar ini memberikan gambaran mengenai kemudahan penggunaan, keterpahaman materi, serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran menggunakan e-modul interaktif.

Keefektifan e-modul interaktif dievaluasi berdasarkan peningkatan kemampuan literasi matematika siswa. Aspek ini dinilai melalui tes tertulis serta angket yang menggambarkan perubahan sikap dan keterampilan siswa setelah menggunakan e-modul interaktif dalam pembelajaran. Melalui tahap evaluasi ini, diperoleh informasi penting mengenai sejauh mana e-modul interaktif dapat mendukung proses pembelajaran secara praktis dan efektif, sehingga dapat menjadi acuan untuk penyempurnaan lebih lanjut.

3.2 Pembahasan

Penggunaan e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif dan berpusat pada siswa. Selama pembelajaran, siswa tidak hanya mempelajari konsep persamaan garis lurus, tetapi juga terlibat dalam penyelesaian masalah kontekstual, eksplorasi konsep menggunakan GeoGebra, diskusi melalui Padlet, serta evaluasi menggunakan Quizizz. Aktivitas tersebut mendorong siswa untuk membangun pengetahuannya sendiri melalui proses penyelidikan sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Temuan ini sejalan dengan Arends & Kilcher (2010) yang menyatakan bahwa *Problem-Based Learning* memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan memecahkan masalah melalui pengalaman belajar yang autentik.

Kemampuan literasi matematika siswa mengalami peningkatan setelah mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul interaktif. Peningkatan tersebut didukung oleh aktivitas pembelajaran yang dirancang berdasarkan tiga proses literasi matematika menurut OECD, yaitu *formulate*, *employ*, serta *interpret and evaluate*. Penyajian masalah kontekstual pada awal pembelajaran membantu siswa mengidentifikasi informasi penting dan merumuskan model matematika, sedangkan visualisasi menggunakan

GeoGebra membantu siswa memahami hubungan antara gradien, grafik, dan persamaan garis lurus. Selain itu, aktivitas diskusi dan evaluasi memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengomunikasikan serta mengevaluasi hasil penyelesaian masalah. Hasil ini sejalan dengan OECD (2023) yang menyatakan bahwa literasi matematika merupakan kemampuan merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan konsep matematika dalam berbagai konteks kehidupan.

Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator menggunakan konsep, fakta, dan prosedur (*employ*) memperoleh capaian terendah dibandingkan indikator literasi matematika lainnya. Skor rata-rata indikator ini meningkat dari 1,62 (40,62%) pada *pretest* menjadi 3,11 (77,91%) pada *posttest*, namun peningkatannya masih lebih rendah dibandingkan indikator lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam menerapkan konsep gradien dan persamaan garis lurus secara tepat ketika menyelesaikan permasalahan kontekstual. Temuan ini diduga karena proses *employ* tidak hanya menuntut pemahaman konsep, tetapi juga kemampuan memilih prosedur penyelesaian yang sesuai serta melakukan manipulasi aljabar secara tepat. Hal ini tampak pada Gambar 3, di mana masih terdapat siswa yang mampu menentukan nilai gradien dengan benar, tetapi mengalami kesalahan ketika menyusun persamaan garis lurus. Kesalahan tersebut menunjukkan bahwa siswa telah memahami konsep dasar gradien, tetapi belum sepenuhnya mampu mengintegrasikan konsep tersebut ke dalam prosedur penyelesaian yang lebih kompleks. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Dorimana et al. (2022) yang menyatakan bahwa tahap penyelidikan dalam *Problem-Based Learning* membantu siswa mengembangkan kemampuan menerapkan konsep melalui eksplorasi berbagai strategi penyelesaian masalah. Selain itu, OECD (2023) menegaskan bahwa kemampuan menggunakan konsep dan prosedur matematika merupakan proses yang memerlukan penguasaan konsep sekaligus kemampuan menerapkan strategi penyelesaian secara tepat dalam berbagai konteks. Oleh karena itu, meskipun e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* mampu meningkatkan kemampuan *employ* siswa, diperlukan latihan yang berkelanjutan melalui penyelesaian masalah kontekstual agar kemampuan menerapkan konsep dan prosedur matematika dapat berkembang secara lebih optimal.

2. Seorang petani di daerah pegunungan akan membuat saluran air dari sumber air di titik A(1,2) menuju sawah di titik B(7,8)

a. Tentukan gradien jalur saluran air tersebut
b. Tentukan persamaan garis yang mewakili jalur saluran air

Diket:

$$a) m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{8 - 2}{7 - 1}$$

$$m = \frac{6}{6} = 1$$

$$b) : \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

$$= \frac{y - 2}{8 - 2} = \frac{x - 1}{7 - 1}$$

$$y = \frac{3}{6} \quad x = \frac{-1}{6}$$

Gambar 3. Contoh Jawaban Siswa yang Masih Mengalami Kesulitan pada Indikator Menggunakan Konsep

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa. Keefektifan tersebut didukung oleh hasil uji statistik yang menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan literasi matematika telah melampaui KKTP, ketuntasan klasikal mencapai 90%, serta nilai *N-Gain* sebesar 0,6947 yang termasuk kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi model *Problem-Based Learning* dengan media digital, seperti GeoGebra, Padlet, YouTube, dan Quizizz, mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif sehingga membantu siswa memahami konsep matematika dan menerapkannya dalam penyelesaian masalah kontekstual.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* pada materi persamaan garis lurus memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa SMP. (1) Valid, dengan hasil validasi oleh ahli materi memperoleh skor 69 (kategori valid) dan ahli media memperoleh skor 102 (kategori sangat valid), sehingga e-modul layak digunakan dalam pembelajaran. (2) Praktis, dengan skor kepraktisan dari guru sebesar 85 (kategori sangat praktis), skor rata-rata penilaian siswa sebesar 69,86 (kategori praktis), serta persentase keterlaksanaan pembelajaran sebesar 94,92% (kategori sangat baik). (3) Efektif, ditunjukkan oleh hasil One Sample t-test yang menunjukkan rata-rata kemampuan literasi matematika telah melampaui KKTP, uji proporsi yang menunjukkan ketuntasan klasikal mencapai 90%, serta nilai *N-Gain* sebesar 0,6947 yang termasuk kategori sedang. Dengan demikian, e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar yang mendukung peningkatan kemampuan literasi matematika siswa pada materi persamaan garis lurus.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala SMP Negeri 16 Yogyakarta, guru matematika, dan seluruh siswa kelas VIIIF yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing serta para validator yang telah memberikan masukan dan saran sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti berharap e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* yang berorientasi pada kemampuan literasi matematika dapat diimplementasikan secara lebih luas dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi persamaan garis lurus. Selain itu, guru diharapkan dapat memanfaatkan e-modul ini sebagai salah satu alternatif media pembelajaran digital yang mampu mendorong

keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Pengembangan lebih lanjut juga perlu dilakukan pada materi matematika lainnya maupun jenjang pendidikan yang berbeda untuk menguji efektivitas e-modul pada karakteristik peserta didik yang lebih beragam. Di samping itu, pengembangan e-modul diharapkan dapat terus disempurnakan, baik dari segi fitur interaktif maupun kompatibilitas pada berbagai perangkat digital, sehingga dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih optimal.

7. REFERENSI

- Afni, N., & Hartono. (2020). Contextual teaching and learning (CTL) as a strategy to improve students mathematical literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1581(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012043>
- Akker, J. Van Den, Bannan, B., Kelly, A. E., Nieveen, N., & Plomp, T. (2013). Educational Design Research. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO*. <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=EJ815766>
- Arends, R. I., & Kilcher, A. (2010). Teaching for student learning: Becoming an accomplished teacher. In *Teaching for Student Learning: Becoming an Accomplished Teacher*. <https://doi.org/10.4324/9780203866771>
- Branch, Maribe, R., & Varank, I. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. New York : Springer.
- Chen, X., Zhou, J., Wang, J., Wang, D., Liu, J., Shi, D., Yang, D., & Pan, Q. (2022). Visualizing Status, Hotspots, and Future Trends in Mathematical Literacy Research via Knowledge Graph. *Sustainability (Switzerland)*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/su142113842>
- Dorimana, A., Uworwabayeho, A., & Nizeyimana, G. (2022). Enhancing Upper Secondary Learners ' Problem - solving Abilities using Problem-based Learning in Mathematics. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(8), 235–252.
- Fauzi, I., Chano, J., & Wu, C. C. (2025). Mathematical Literacy of Indonesian Elementary School Students: A Case Study of Bandung School. *Journal of Curriculum and Teaching*, 14(2), 58–72. <https://doi.org/10.5430/jct.v14n2p58>
- Ge, W. L., Zhu, X. Y., Lin, J. B., Jiang, J. J., Li, T., Lu, Y. F., Mi, Y. F., & Tung, T. H. (2025). Critical thinking and clinical skills by problem-based learning educational methods : an umbrella systematic review. *BMC Medical Education*. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06951-z>
- Hafiz, M., Darhim, & Dahlan, J. A. (2020). Comparison of mathematical literacy enhancement between students with problem-based learning and guided discovery learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032075>
- Huda, N., & Khotimah, N. (2023). Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Literasi Matematika Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(02), 27–32. <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jurnalmathema/article/view/3528>
- Husni, N., & Herman, T. (2024). Analysis of Students' Mathematical Literacy Ability on High-Level Problem Of PISA viewed from Gender. *Jurnal Didaktik Matematika*, 5(3), 219–234. <https://doi.org/10.46306/lb.v5i3.771>
- Irfan, L., JAILANI, J., & Susanti, D. (2022). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Dan Self-Efficacy Siswa Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2142.

<https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5117>

- Jahangiri, J., Oxman, V., & Stupel, M. (2022). Testing the NCTM 2020 Standards Using Rigorous Mathematics and Multiple Solutions to a Single Geometric Problem. *Resonance*, 27(6), 1061–1077. <https://doi.org/10.1007/s12045-022-1397-z>
- Julianto, Nur, Rejekiningsih, T., & Akhyar, M. (2021). Analysis of students' logical thinking skill in solving mathematical literacy based on ethnomathematics in primary school. *Proceedings of the 5th International Conference on Learning Innovation and Quality Education*, 1–6.
- Kaiser, G., & Willander, T. (2005). Development of mathematical literacy: Results of an empirical study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 24(2–3), 48–60. <https://doi.org/10.1093/teamat/hri016>
- Muhaimin, L. H., Sholikhakh, R. A., Yulianti, S., Ardani, Hendriyanto, A., & Sahara, S. (2024). Unlocking the secrets of students' mathematical literacy to solve mathematical problems: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(4). <https://doi.org/10.29333/ejmste/14404>
- Mutmainah, S., & Kartika, H. (2024). *Junior High School Students' Mathematics Problem-Solving Ability Using the Problem-Based Learning Model: A Systematic Review*. 3(February), 28–36.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*.
- Nurmasari, L., Budiyo, Nurkamto, J., & Ramli, M. (2022). Mathematical Literacy Profile of Primary School Students. *AIP Conference Proceedings*, 2566(November). <https://doi.org/10.1063/5.0116799>
- OECD. (2018). *Education at a Glance 2018 (Summary in French)*. <https://doi.org/10.1787/5faf22e4-fr>
- OECD. (2023). Pisa 2022 Results. In *Factsheets: Vol. I*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en%0Ahttps://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/germany-1a2cf137/
- P21. (2019). Partnership for 21st Century Learning A Network of Battelle For Kids Frameworks for 21st Century Learning Definitions. *Framework For21" Century Learning*, 1–9. https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFFK.pdf
- Rahayu, A. H. R. N., Hardianto, D., & Rijal, B. S. (2025). *Pengembangan Modul Elektronik Interaktif untuk Meningkatkan Minat dan Kemandirian Belajar Informatika di SMK Negeri 1 Pajangan*. 10(2), 1343–1349.
- Setiawati, S., Tatang, H., & Jupri, A. (2020). Analysis of Indonesian Students' Error in Solving Mathematical Literacy Problems Based on PISA 2015 Results. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 21(1), 67–77. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jpmipa/v21i1.pp67-77> Received:
- Stacey. (2015). The International Assessment of Mathematical Literacy: PISA 2012 Framework and Items. *Springer: Switzerland*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17187-6_43
- Widoyoko, E. P. (2017). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Yustitia, V., Kusmaharti, D., Wijayanti, S., & Faridah, L. (2024). Mathematical literacy of students with low abilities: A case study of elementary school students. *AIP Publishing LLC*, 3046(1).
- Zulkarnain, I., Hidayanto, T., & Kamaliyah. (2021). Students mathematical literacy in solving wetlands contextual problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1760(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1760/1/012044>