

PENGEMBANGAN *E-MODUL* BERBASIS *PHOTOMATH* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Aminullah*, Ruwaidah

Universitas Nggusuwaru, Jl. Piere Tendean, Mpunda, Kota Bima, 84111, Indonesia

*Email korespondensi: amirfull38@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital memunculkan inovasi dalam metode pembelajaran yang tidak hanya fokus pada hafalan prosedural, tetapi juga dapat mengembangkan keterampilan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan adalah *e-modul* berbasis *Photomath*, sebuah aplikasi yang memandu penyelesaian soal matematika secara sistematis dan interaktif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan *e-modul* berbasis *Photomath* materi persamaan kuadrat dan menguji kevalidan, kepraktisan serta efektivitasnya dalam proses belajar. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari langkah-langkah analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Hasil dari proses validasi menunjukkan bahwa *e-modul* tergolong sangat valid dengan nilai rata-rata mencapai 88,3%. Uji coba produk menunjukkan adanya kemajuan dalam hasil belajar, yang terlihat dari perubahan rata-rata skor dari 52,3 pada *pre-test* menjadi 78,6 pada *post-test*, dengan *N-Gain* sebesar 0,67 (kategori sedang hingga tinggi). Partisipasi siswa dalam kegiatan belajar mengalami peningkatan dari tingkat cukup aktif menjadi sangat aktif, sementara respons dari siswa sangat positif, di mana 85% menganggap *e-modul* tersebut menarik, mudah untuk digunakan dan membantu dalam memahami materi. Hasil penelitian, *e-modul* dinyatakan valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran matematika.

Kata kunci: E-Modul, *Photomath*, Keterampilan Tingkat Tinggi, Pembelajaran Matematika

ABSTRACT

The development of digital technology has led to innovations in learning methods that not only focus on procedural memorization but also develop Higher Order Thinking Skills (HOTS). One alternative that can be developed is a *Photomath*-based e-module, an application that guides the systematic and interactive solving of mathematical problems. The purpose of this study is to develop a *Photomath*-based e-module on quadratic equations and test its validity, practicality, and effectiveness in the learning process. This study uses the ADDIE development model, which consists of the steps of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The results of the validation process show that the e-module is highly valid with an average score of 88.3%. Product testing shows progress in learning outcomes, as seen from the change in average scores from 52.3 on the *pre-test* to 78.6 on the *post-test*, with an *N-Gain* of 0.67 (moderate to high category). Student participation in learning activities increased from moderately active to very active, while student responses were very positive, with 85% considering the emodule interesting, easy to use, and helpful in understanding the material. The results of the study show that the emodule is valid, practical, and effective in improving higher-order thinking in mathematics learning.

Keywords: E-Modules, *Photomath*, Advanced Skills, Mathematics Learning

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi digital yang cepat telah menyebabkan perubahan penting dalam dunia pendidikan. Teknologi tidak hanya menjadi alat bantu, tetapi telah menjadi bagian integral dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan teknologi memberi peluang bagi siswa untuk berinteraksi lebih aktif dalam memahami konsep abstrak. Sejumlah penelitian menunjukkan dampak positif integrasi teknologi, seperti temuan Higgins et al., (2019) yang mengidentifikasi peningkatan minat dan hasil belajar siswa. Jiang et al., (2024) menegaskan perlunya pendekatan digital yang lebih interaktif. Namun, berbagai studi tersebut belum memberikan solusi konkret terkait bagaimana teknologi diimplementasikan untuk menstimulasi kemampuan berpikir siswa, sehingga muncul kebutuhan untuk mengembangkan model pembelajaran yang lebih terstruktur.

Keterampilan HOTS sangat penting bagi siswa abad ke-21 (Varas et al.,). Berbagai penelitian menunjukkan urgensi tersebut. Ying Zhou et al.,(2024) menyebutkan bahwa pembelajaran berbasis HOTS mendorong kreativitas dalam penyelesaian soal matematika. Sidiq et al., (2021) menegaskan bahwa pendekatan ilmiah dan asesmen berbasis HOTS meningkatkan kemampuan berpikir siswa. Zhou et al., (2023) mengembangkan instrumen HOTS yang valid dan praktis. Melatih kemampuan HOST dengan game (Sahal et al., 2023). Namun, penelitian-penelitian tersebut belum mengarahkan bagaimana HOTS dapat dibangun melalui media digital terstruktur seperti e-modul, terutama yang memanfaatkan aplikasi pemecahan masalah matematika.

Mengacu pada permasalahan kompleks yang terjadi di sekolah, pengalaman peneliti, serta hasil-hasil penelitian terdahulu, maka solusi konkret yang dapat ditawarkan adalah pengembangan *e-modul* berbasis aplikasi *Photomath*. Pengalaman lapangan menunjukkan bahwa banyak siswa masih kesulitan memahami langkah penyelesaian matematika secara mandiri. *Photomath* memiliki kemampuan membaca simbol matematika dan menampilkan langkah penyelesaian secara runtut (Saundarajan et al., 2020; Pikri et al., 2023). Kusi et al., (2025) menegaskan *Photomath* mendukung pembelajaran mandiri. Namun, sampai saat ini aplikasi tersebut hanya digunakan sebagai alat bantu penyelesaian soal, belum diintegrasikan dalam suatu *e-modul* yang didesain sistematis untuk meningkatkan HOTS siswa.

Menanggapi permasalahan tersebut, pengembangan e-modul berbasis *Photomath* menjadi alternatif solusi yang dapat mengintegrasikan teknologi digital dalam pembelajaran

matematika. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan keberhasilan penggunaan *e-modul* untuk mendukung proses pemecahan masalah, dengan pendekatan kontekstual (Komariah & Purwasih, 2024). Pendekatan dengan PBL (Maghfiroh & Nur, 2024). *Software Geogebra* (Istifadah et al., 2020). Pendekatan dengan etnomatematika (Ula, 2024).

Berdasarkan permasalahan di atas, memiliki keterkaitan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang mengkaji pemanfaatan aplikasi *Photomath* dalam pembelajaran matematika. Penelitian mengenai *Photomath* terus berkembang, seperti efektivitasnya dibandingkan metode konvensional (Aminullah et al., 2024). Penerapannya pada model *Team Games Tournament* (Ramdhan et al., 2022). Pemanfaatannya dalam pembelajaran PMRI (Pamungkas & Agoestanto, 2024). Nasution, (2024) mengulas *Photomath* sebagai media belajar dalam studi literatur. Aminullah, (2025) pengaruh dengan model pembelajaran *Inkuiri*.

Meskipun demikian, belum ada penelitian yang mengembangkan *e-modul* yang secara khusus mengintegrasikan *Photomath* sebagai bagian dari desain pembelajaran yang bertujuan meningkatkan HOTS. Hal inilah yang menjadi celah penelitian yang perlu diisi. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengembangkan *e-modul* berbasis *Photomath* yang layak, praktis dan berpotensi meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dalam pembelajaran matematika.

METODE PENELITIAN

Pengembangan *e-modul* berbasis aplikasi *Photomath* menggunakan model ADDIE (Robert Maribe Branch, 2009). Adapun 5 tahapan diantaranya: 1. *Analysis* 2. *Design* 3. *Development* 4. *Implementation* 5. *Evaluation*: Tahap *design* dilakukan dengan merancang struktur *e-modul* yang memuat uraian materi, latihan soal berbasis HOTS, *QR Code* yang terhubung dengan video pembelajaran dan kegiatan *Photomath challenge*. Selain itu, pada tahap ini disusun instrumen penelitian berupa lembar validasi ahli, tes HOTS, angket respon siswa dan lembar observasi aktivitas. Tahap *development* menghasilkan produk awal *e-modul* yang divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Hasil validasi dianalisis untuk mengetahui tingkat kelayakan *e-modul*, kemudian dilakukan revisi sesuai masukan validator hingga diperoleh produk yang layak digunakan. Tahap *implementation*, *e-modul* berbasis *Photomath* digunakan bersamaan dengan model pembelajaran inkuiri karena model ini mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui kegiatan merumuskan masalah, menyelidiki, memverifikasi dan menyimpulkan. Alur inkuiri mencakup orientasi masalah,

eksplorasi konsep, analisis langkah *Photomath*, diskusi-verifikasi dan refleksi. Uji coba e-modul ini pada satu kelas X siswa di SMA Negeri 3 Dompu yang berjumlah 30 orang. Desain penelitian yang digunakan adalah *one group pre-test-post-test design*, yaitu siswa diberikan *pre-test* sebelum penggunaan *e-modul*, kemudian *post-test* setelah pembelajaran menggunakan *e-modul*. Selain itu, aktivitas belajar siswa diamati dan respon terhadap *e-modul* dikumpulkan melalui angket. Tahap *evaluation* mencakup analisis data validasi data hasil belajar, aktivitas siswa dan respon siswa terhadap *e-modul*. Data validasi dan angket dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menentukan kategori kevalidan dan kepraktisan. Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan *N-Gain*, sedangkan efektivitas e-modul ditentukan dari ketercapaian indikator HOTS siswa serta respon positif dari peserta didik.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini mengikuti tahapan model ADDIE secara sistematis. Pada tahap analisis, ditemukan bahwa siswa masih mengalami kesulitan memahami langkah penyelesaian persamaan kuadrat secara mandiri, sehingga dibutuhkan media pembelajaran yang mampu menampilkan proses penyelesaian secara runtut dan mudah dipahami. Temuan ini kemudian menjadi dasar perancangan pada tahap *design*, dimana *e-modul* disusun dengan struktur yang memuat uraian materi, soal-soal HOTS, *Photomath challenge* serta integrasi *QR Code* untuk menghubungkan siswa dengan video pembelajaran dan langkah penyelesaian dari *Photomath*. Rancangan tersebut selanjutnya dikembangkan pada tahap *development*, termasuk validasi oleh ahli materi dan ahli media yang memberikan masukan terkait kejelasan istilah, tampilan visual dan kelengkapan konten. Setelah dilakukan revisi, *e-modul* diimplementasikan pada tahap *implementation* melalui pembelajaran di kelas, di mana siswa memanfaatkan e-modul, fitur *Photomath* untuk menyelesaikan soal dan melakukan analisis langkah penyelesaian. Pada tahap *evaluation*, hasil analisis menunjukkan bahwa *e-modul* berbasis *Photomath* memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif, yang terlihat dari nilai validasi ahli, peningkatan hasil belajar dan respon positif siswa terhadap penggunaan modul dalam pembelajaran.

Validasi Ahli

Hasil yang dikembangkan berupa e-modul berbasis *Photomath* pada materi persamaan kuadrat. Produk divalidasi menunjukkan bahwa *e-modul* berada pada kategori sangat valid dengan skor rata-rata 88,3%. Secara rinci, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

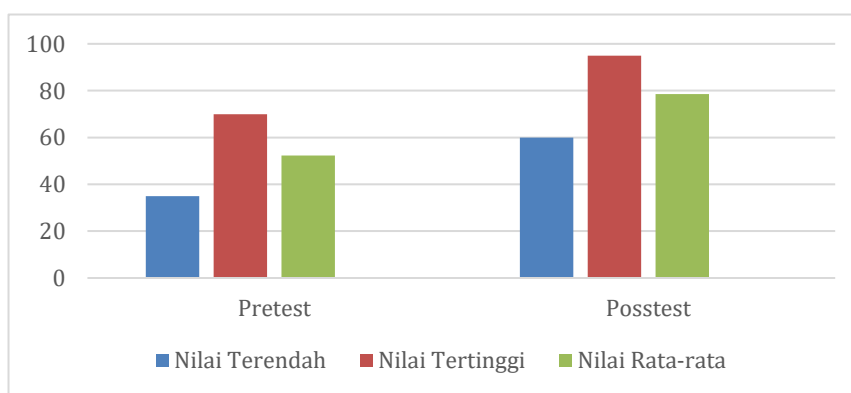
Tabel 1. Hasil Validasi Ahli

Aspek yang dinilai	Skor	Kategori
Kelayakan Isi	88	Sangat Valid
Penyajian	90	Sangat Valid
Kegrafikan	87	Sangat Valid
Rata-Rata	88,3	Sangat Valid

Hasil ini mengindikasikan bahwa *e-modul* layak digunakan dengan revisi minor sesuai saran validator, seperti penyesuaian istilah matematika agar lebih komunikatif dan penambahan ilustrasi pada bagian latihan soal.

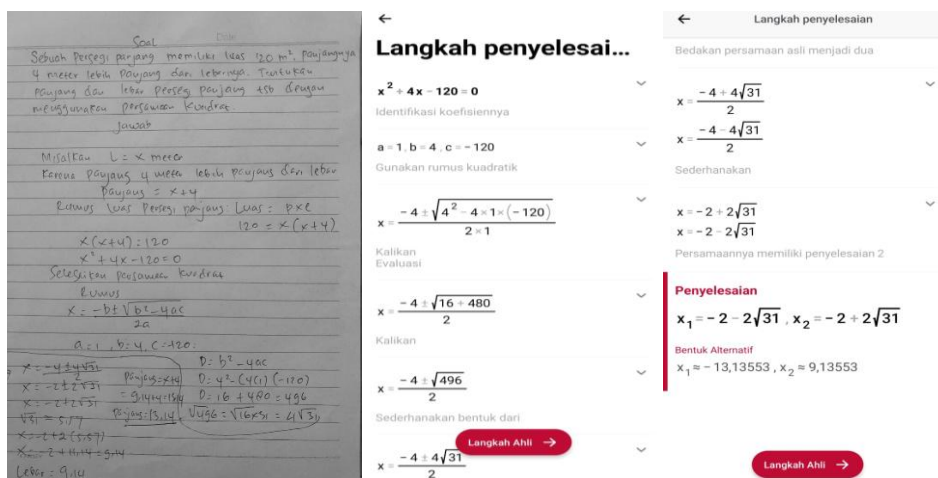
Uji Coba Produk

Uji coba dilakukan pada satu kelas siswa yang berjumlah 30 orang dengan desain *one group pre-test-post-test*. Sebelum pembelajaran menggunakan *e-modul*, siswa diberikan *pre-test* untuk mengukur kemampuan awal dalam menyelesaikan soal HOTS persamaan kuadrat. Setelah pembelajaran menggunakan *e-modul*, siswa diberikan *post-test* untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa skor rata-rata *pre-test* adalah 52,3 (kategori rendah), sedangkan skor rata-rata *post-test* meningkat menjadi 78,6 (kategori baik). Nilai tertinggi pada *pre-test* adalah 70, sedangkan nilai terendah 35. Setelah pembelajaran, nilai tertinggi siswa mencapai 95 dan nilai terendah meningkat menjadi 60. Uraian ini dapat dilihat pada diagram dibawah ini:

Gambar 1. Nilai *pre-test* dan *post-test* HOTS Siswa

Hasil pengerjaan siswa pada latihan HOTS yang terdapat dalam *e-modul*. Siswa diminta menyelesaikan soal secara manual kemudian membandingkannya dengan langkah-langkah yang ditampilkan oleh *Photomath* melalui *QR Code* yang tersedia. Dari hasil pekerjaan terlihat bahwa siswa mampu mengidentifikasi perbedaan langkah penyelesaian,

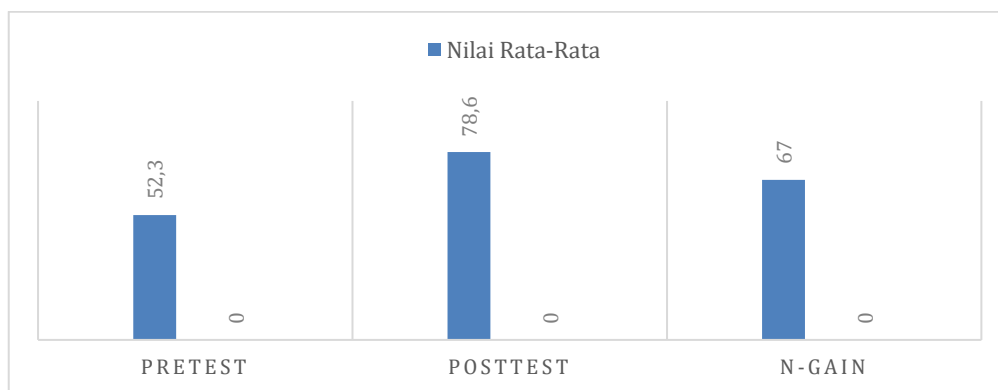
memberikan alasan pemilihan metode serta melakukan verifikasi mandiri terhadap jawabannya.



Gambar 2. Perbandingan hasil kerja siswa dengan aplikasi *Photomath*

Hasil Analisis Peningkatan (N-Gain)

Peningkatan hasil belajar siswa dihitung menggunakan rumus *N-Gain*. Rata-rata *N-Gain* yang diperoleh adalah 0,67, termasuk dalam kategori sedang menuju tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *e-modul* berbasis *Photomath* berkontribusi signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.



Gambar 3. Diagram Batang Rata-rata Skor *Pre-test*, *Post-test* dan *N-Gain*

Hasil Observasi Aktivitas Siswa

Observasi terhadap aktivitas belajar siswa dilakukan selama dua pertemuan untuk memahami seberapa besar partisipasi siswa dalam proses belajar menggunakan *e-modul* berbasis *Photomath*. Aktivitas yang diamati meliputi partisipasi dalam diskusi kelompok,

keaktifan dalam mengajukan pertanyaan, kemampuan menjelaskan kembali materi, serta usaha siswa dalam membandingkan penyelesaian manual dengan langkah-langkah yang ditampilkan oleh *Photomath*.

Hasil observasi menunjukkan adanya peningkatan keaktifan siswa antara sesi pertama dan sesi kedua. Pada sesi pertama, rerata skor aktivitas siswa tercatat 12,5 dengan kategori cukup aktif. Ini tercermin dari masih adanya sebagian siswa yang cenderung pasif dan hanya mengikuti instruksi guru. Sebaliknya, pada sesi kedua, skor aktivitas mengalami kenaikan menjadi 14,7 dalam kategori sangat aktif. Peningkatan ini ditandai dengan semakin banyaknya siswa yang terlibat aktif dalam diskusi, berani mengajukan pertanyaan, serta mampu membandingkan hasil penyelesaian manual dengan solusi yang diberikan *Photomath* secara kritis.

Hasil Angket Respon Siswa

Respon siswa terhadap penggunaan *e-modul* sangat positif. Sebanyak 85% siswa mengungkapkan bahwa *e-modul* menarik, mudah untuk digunakan dan membantu memahami konsep persamaan kuadrat. Sebagian besar siswa menilai bahwa integrasi *QR Code* yang terhubung dengan *Photomath* sangat membantu mereka dalam memverifikasi langkah-langkah penyelesaian soal.

PEMBAHASAN

Hasil riset mengindikasikan bahwa pembuatan *e-modul* berbasis *Photomath* dalam materi persamaan kuadrat terbukti valid, praktis dan berfungsi efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/ HOST*) siswa. Penilaian dari para ahli mendapatkan nilai rata-rata 87,5% yang berada dalam kategori sangat valid, sehingga *e-modul* dinilai layak digunakan dengan revisi minor. Kevalidan ini ditunjukkan melalui kelayakan isi yang sesuai dengan kurikulum, bahasa yang komunikatif, penyajian yang sistematis serta desain grafis yang menarik dan mudah untuk dipahami. Penelitian oleh Sukarman et al., (2021) menunjukkan bahwa modul elektronik yang dibentuk berdasarkan kebutuhan pelajar mampu meningkatkan mutu pembelajaran dalam mata pelajaran matematika.

Dari segi efektivitas, hasil *pre-test* dan *post-test* memperlihatkan adanya peningkatan yang mencolok. Rata-rata nilai siswa meningkat dari 52,3 pada *pre-test* menjadi 78,6 pada

post-test dengan *N-Gain* sebesar 0,67 yang berada di kategori menengah-tinggi. Peningkatan ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis *Photomath* mampu membantu siswa dalam memahami konsep persamaan kuadrat sekaligus melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi, terutama dalam aspek analisis, evaluasi dan kreasi. Perolehan ini sejalan dengan studi Muhibbuddin et al., (2023) yang mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis HOTS dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa.

Selain perkembangan hasil belajar, kegiatan belajar siswa mengalami perubahan. Observasi menunjukkan bahwa siswa semakin aktif dalam proses pembelajaran, dari kategori “cukup aktif” menjadi “sangat aktif” pada pertemuan berikutnya. Siswa tidak hanya sekadar mengikuti langkah penyelesaian dari *Photomath*, tetapi dapat membandingkan dengan cara manual yang mereka lakukan. Hal ini memperkuat pendapat Mensah et al., (2025) bahwa *Photomath* tidak hanya berfungsi sebagai alat hitung, melainkan dapat menjadi sarana pembelajaran yang mendalami pemahaman proses matematis.

Respon siswa terhadap *e-modul* sangat positif. Siswa merasa terbantu dengan adanya *QR Code* yang terhubung ke *Photomath Challenge*, sehingga mereka dapat memverifikasi jawaban sekaligus mempelajari langkah-langkah penyelesaian soal secara bertahap. Respon positif ini mendukung penelitian Kusi et al., (2025) yang menyatakan bahwa pemanfaatan *Photomath* dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap persamaan kuadrat dan mendorong pembelajaran mandiri.

Meskipun demikian, penelitian ini menemukan beberapa keterbatasan. Pertama, tidak semua siswa memiliki perangkat gawai dengan spesifikasi yang memadai untuk mengakses *Photomath* secara optimal. Kedua, sebagian siswa cenderung bergantung pada aplikasi tanpa melakukan analisis mendalam terhadap langkah penyelesaian yang ditampilkan. Hal ini berpotensi mengurangi manfaat *Photomath* jika tidak diarahkan secara tepat. Oleh karena itu, peran guru tetap penting dalam mengarahkan penggunaan *e-modul* agar siswa lebih menekankan pada proses berpikir kritis, bukan hanya menyalin jawaban dari aplikasi.

Secara keseluruhan, pengembangan e-modul berbasis *Photomath* memberikan implikasi positif bagi pembelajaran matematika. *E-modul* ini tidak hanya berfungsi sebagai bahan ajar, juga sebagai media interaktif yang mengintegrasikan teknologi digital ke dalam kelas. Dengan memadukan materi, soal HOTS dan *QR Code* menuju aplikasi *Photomath*, e-modul dapat menawarkan pengalaman belajar yang lebih relevan, reflektif dan sesuai

dengan tuntutan abad ke-21. Hal ini memperluas hasil penelitian sebelumnya Nasution, (2024) yang menekankan potensi *Photomath* sebagai media belajar inovatif, namun belum mengintegrasikannya dalam bentuk e-modul pembelajaran yang sistematis.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa integrasi *Photomath* dalam e-modul pembelajaran matematika dapat menjadi salah satu strategi efektif dalam memperbaiki kemampuan berpikir kritis siswa. Di masa mendatang, pengembangan serupa dapat diperluas pada materi matematika lainnya dan diujicobakan pada populasi yang lebih besar untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengembangan *e-modul* berbasis *Photomath* pada topik persamaan kuadrat berhasil menciptakan produk yang valid, praktis dan efektif untuk pembelajaran matematika. Proses validasi oleh ahli materi dan media menunjukkan nilai rata-rata 87,5% dalam kategori sangat valid, sehingga *e-modul* ini layak digunakan dengan revisi minor. Hasil uji coba menunjukkan adanya peningkatan dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa, yang ditunjukkan oleh perolehan skor rata-rata *pre-test* sebesar 52,3 dan melonjak menjadi 78,6 pada *post-test*. Analisis lebih lanjut menggunakan *N-Gain* menghasilkan nilai 0,67 dalam kategori sedang menuju tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa *e-modul* berbasis *Photomath* memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan analisis, evaluasi dan kreasi siswa.

Selain itu, aktivitas belajar siswa mengalami perkembangan positif. Jika pada pertemuan pertama aktivitas masih berada pada kategori cukup aktif, maka pada pertemuan berikutnya meningkat menjadi sangat aktif, yang tercermin dari keterlibatan siswa dalam diskusi, keberanian bertanya serta kemampuan membandingkan hasil penyelesaian manual dengan langkah-langkah yang ditampilkan oleh *Photomath*. Respon siswa terhadap *e-modul* pun sangat positif, dengan 85% siswa mengungkapkan bahwa *e-modul* tersebut mudah dioperasikan, memiliki desain yang menarik dan membantu memahami tentang materi persamaan kuadrat. Ini mengindikasikan bahwa *e-modul* tidak hanya layak dari segi isi dan desain, juga praktis digunakan dalam pembelajaran sehari-hari. Oleh karena itu, *e-modul* berbasis *Photomath* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi sekaligus mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran matematika.

REKOMENDASI

E-modul berbasis *Photomath* dapat digunakan guru untuk melatih HOTS siswa, dengan dukungan sarana sekolah yang memadai. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan pada materi dan sampel lebih luas sehingga efektivitasnya dapat diuji secara lebih komprehensif dan memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap inovasi pembelajaran matematika di era digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas dukungan yang diberikan serta kepada Universitas Nggusuwaru atas dorongan untuk terus berinovasi. Penghargaan juga disampaikan kepada para ahli materi dan media atas masukan berharga dalam validasi e-modul serta kepada guru dan siswa SMA Negeri 3 Dompu yang telah berpartisipasi dalam uji coba produk.

REFERENSI

- Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2019). Effects of Technology in Mathematics on Achievement, Motivation, and Attitude: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 283–319. <https://doi.org/10.1177/0735633117748416>
- Istifadah, Z., Nuryadi, & Saadah, F. N. (2020). *Jurnal Pendidikan Matematika*. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 67–76. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/jpm>
- Jiang, H., Chugh, R., Turnbull, D., Wang, X., & Chen, S. (2024). Exploring the Effects of Technology-Related Informal Mathematics Learning Activities: A Structural Equation Modeling Analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(1), 49–69. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10456-4>
- Komariah, A., & Purwasih, R. (2024). THE DEVELOPMENT OF CONTEXTUAL APPROACH E- MODULES TO IMPROVE STUDENTS ' MATHEMATICAL. 7(3), 241–251.
- Kusi, P., Boateng, F. O., & Teku, E. (2025). The effect of Technology Integration on College of Education Students' Achievement in Quadratic Equations: The Perspective of Photo Math Utilization. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(1), em2561–em2561. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15799>
- Maghfiroh, K., & Nur, A. (2024). Development of Mathematics E-Module to Improve Students ' Mathematical Problem Solving Skills in Problem Based Learning Models. 6927(3), 231–240.
- Mensah, N., Boateng, F. O., & Gordon, J. F. (2025). The Effect of Using Photomath on Pre-Service Teachers Algebra Achievement: The Mediating Role of Conceptual Understanding. 7(2).

- Muhibbuddin, M., Artika, W., & Nurmaliah, C. (2023). Improving Critical Thinking Skills Through Higher Order Thinking Skills (HOTS)-Based Science. *International Journal of Instruction*, 16(4), 283–296. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16417a>
- Nasution, N. E. (2024). Systematic Literature Review: Pemanfaatan Aplikasi Photomath Pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 50–56. <https://doi.org/10.59581/konstanta-widyakarya.v2i2.3106>
- Aminullah, A., & Irwansya, I. (2024). Analisis Efektivitas Penggunaan Teknologi dalam Pembelajaran Matematika. 4, 678–687.
- Aminullah, A. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Berbasis Photomath untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Supermat : Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 43–53. <https://doi.org/10.33627/sm.v9i1.3226>
- Pamungkas, R. G., & Agoestanto, A. (2024). Jurnal Didactical Mathematics Mathematical Literacy and Curiosity Through Creative Problem Solving Learning Using the PMRI Approach Assisted by Photomath. 6(2), 304–313.
- Pikri, A. Z., Yulia, P., & Putri, R. (2023). Photomath Applications for Learning Mathematics Analysis. *Mathline : Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 295–312. <https://doi.org/10.31943/mathline.v8i2.322>
- Ramdhan, M., Kadir, & Prajono, R. (2022). Jurnal Amal Pendidikan. *Jurnal Amal Pendidikan*, 3(3), 234–241.
- Robert Maribe Branch. (2009). *Instructional Design: the ADDIE Approach*. Springer Science & Business Media.
- Sahal, M. A., Kurniawan, A. P., Lubab, A., Sunan, U. I. N., Surabaya, A., Ahmad, J., & No, Y. (2023). SISWA SMP dalam enam tahapan yang dikategorikan menjadi dua level . Tiga tahapan awal yaitu mengingat saja , namun dibutuhkan kemampuan kemampuan berpikir kreatif dan kritis (Hadi ,. 7(2), 117–133.
- Saundarajan, K., Osman, S., Daud, M. F., Abu, M. S., Pairan, M. R., & Kumar, J. A. (2020). Learning algebra using augmented reality. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 123–133. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.10540>
- Sidiq, Y., Ishartono, N., Desstya, A., Prayitno, H. J., Anif, S., & Hidayat, M. L. (2021). Improving elementary School Students' Critical Thinking Skill in Science Through Hots-Based Science Questions: A quasi-experimental study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 378–386. <https://doi.org/10.15294/JPII.V10I3.30891>
- Sukarman, S., Rahayu, W., & El Hakim, L. (2021). The Effectiveness of Mathematics E-Modules with a Contextual Approach on Geometry Matters to Improving Students' Learning Outcomes. *JPI: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 10(2), 362–369. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v10i2.33530>
- Ula, M. (2024). Development of an E-Module Containing Ethnomathematics in The Problem Based Learning (PBL) Model to Improve Elementary School Students ' Problem Solving Abilities. 6(July), 57–86.

- Varas, Diego, Macarena Santana, Miguel Nussbaum, Susana Claro, P. I. (2023). Teachers' Strategies and Challenges in Teaching 21st Century Skills: Little Common Understanding. *Thinking Skills and Creativity*, 48. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101289>
- Ying Zhou, Yimin Ning, Jihe Chen, Wenjun Zhang, T. T. W. (2024). Development and validation of Mathematical Higher-Order Thinking Scale for high school students. *Psychology in the Schools*, 61(8), 3160–3192. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/pits.23213>
- Zhou, Y., Gan, L., Chen, J., Wijaya, T. T., & Yingzong Li. (2023). Development and Validation of A Higher-Order Thinking Skills Assessment Scale for Pre-Service Teachers. *Thinking Skills and Creativity*, 48. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101272>