Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (2) 2025, Page: 37776-37783

Pengembangan E-Modul Berbasis STEM yang Terintegrasi dengan Project-Based Learning (PjBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis dan Kreativitas Siswa SMP Negeri 1 Telaga Kabupaten Gorontalo

Development of STEM-Based E-Modules Integrated with Project-Based Learning (PjBL) to Improve Mathematical Reasoning and Creativity in Students at SMP Negeri 1 Telaga, Gorontalo Regency

Nosva Adam Yunus1*, Febiyanti R. Hasan2, Suhardiman Darson Tamu3, Zulfami Mustapa R4
1,2Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Gorontalo 96183, Indonesia
*Nosva Adam Yunus. Email: nosva@umgo.ac.id

Published: December , 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta menguji validitas instrumen tes pretest dan posttest kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa pada pengembangan e-modul matematika berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) yang terintegrasi dengan model Project-Based Learning (PjBL). Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 1 Telaga Kabupaten Gorontalo dengan menggunakan metode Research and Development (R&D) model ADDIE, yang dibatasi pada tahap analisis, perancangan, dan pengembangan instrumen.

Instrumen penelitian berupa tes pretest dan posttest penalaran matematis dan kreativitas siswa yang disusun berdasarkan indikator kompetensi dan indikator kemampuan berpikir matematis. Validasi instrumen dilakukan oleh ahli materi dan praktisi pendidikan menggunakan skala Likert. Teknik analisis data menggunakan analisis validitas isi untuk menentukan tingkat kelayakan instrumen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi e-modul dilakukan oleh ahli materi dan praktisi pendidikan terhadap enam aspek utama, menghasilkan skor rata-rata 4,33 (sangat valid). Instrumen tes pretest dan posttest divalidasi secara ahli dan empiris; hasil menunjukkan 4 dari 6 soal pretest dan 5 dari 6 soal posttest valid, dengan reliabilitas Cronbach's Alpha masing-masing 0,78 dan 0,82. Penelitian ini hanya mencakup pada tahap validasi yang menjadi dasar awal untuk pelaksanaan uji kepraktisan dan uji keefektifan e-modul matematika berbasis STEM–PjBL pada penelitian tahap selanjutnya.

Kata kunci: instrumen tes, e-modul, STEM, project-based learning, penalaran matematis, kreativitas.

ABSTRACT

This study aims to develop and test the validity of pretest and posttest instruments for measuring students' mathematical reasoning and creativity in the development of STEM-based e-modules integrated with the Project-Based Learning (PjBL) model. The research was conducted at SMP Negeri 1 Telaga, Gorontalo Regency, using the ADDIE Research and Development (R&D) model, which was limited to the analysis, design, and development stages of the instruments.

The research instruments consisted of pretest and posttest tests of students' mathematical reasoning and creativity, which were compiled based on competency indicators and mathematical thinking ability indicators. The instruments were validated by subject matter experts and education practitioners using a Likert scale. Data analysis techniques used content validity analysis to determine the level of instrument feasibility. The results showed that the e-module was validated by subject matter experts and education practitioners on six main aspects, resulting in an average score of 4.33 (highly valid). The pretest and posttest instruments were validated by experts and empirically; the results showed that 4 out of 6 pretest questions and 5 out of 6 posttest questions were valid, with Cronbach's Alpha reliability of 0.78 and 0.82, respectively. This study only covers the validation stage, which serves as the initial basis for conducting practicality and effectiveness tests of STEM-PjBL-based mathematics e-modules in the next stage of research.

Keywords: test instruments, e-modules, STEM, project-based learning, mathematical reasoning, creativity.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (higher order thinking skills), khususnya kemampuan penalaran matematis dan kreativitas. Kedua kemampuan tersebut merupakan kompetensi esensial yang memungkinkan siswa tidak hanya memahami konsep matematika secara prosedural, tetapi juga mampu mengaitkan, menganalisis, dan menerapkan konsep tersebut dalam berbagai konteks kehidupan nyata (Facione, 2015; Sumaryanta et al., 2019). Namun, realitas pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama masih menunjukkan bahwa proses pembelajaran cenderung berorientasi pada penyampaian materi dan latihan soal rutin, sehingga belum secara optimal melatih penalaran dan kreativitas siswa.

Berbagai studi internasional menunjukkan bahwa rendahnya kemampuan penalaran matematis siswa berkaitan erat dengan pendekatan pembelajaran yang pasif dan kurang kontekstual. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) menunjukkan bahwa kemampuan literasi matematika siswa Indonesia masih berada pada kategori rendah, yang mengindikasikan lemahnya kemampuan bernalar, memecahkan masalah, dan berpikir kreatif (OECD, 2019). Kondisi ini diperkuat oleh temuan bahwa pembelajaran matematika masih didominasi oleh metode konvensional yang menekankan hafalan rumus dan prosedur mekanistik, sehingga siswa kesulitan memahami makna konsep secara mendalam (Priatna et al., 2020).

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi digital, inovasi dalam pembelajaran matematika menjadi kebutuhan yang tidak terelakkan. Pemanfaatan teknologi dalam bentuk bahan ajar digital, seperti e-modul, berpotensi menghadirkan pembelajaran yang lebih interaktif, fleksibel, dan bermakna. E-modul memungkinkan siswa belajar secara mandiri, mengakses materi secara sistematis, serta berinteraksi dengan konten pembelajaran yang dirancang untuk mengembangkan penalaran dan kreativitas (Goudas et al., 2006; Han, 2016).

Salah satu pendekatan yang relevan untuk menjawab tantangan tersebut adalah integrasi pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dengan model Project-Based Learning (PjBL). Pendekatan STEM menekankan keterpaduan antarbidang ilmu dalam menyelesaikan permasalahan nyata, sedangkan PjBL menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang belajar melalui proses perancangan dan penyelesaian proyek (Fortus et al., 2005; Morrison, 2006). Pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan gagasan, berkolaborasi, serta mengonstruksi pengetahuan melalui pengalaman belajar yang bermakna (Gulbahar & Tinmaz, 2006).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan PjBL terintegrasi STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, termasuk penalaran matematis dan kreativitas. Priatna et al. (2020) melaporkan bahwa pembelajaran PjBL–STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa SMP. Selain itu, pembelajaran berbasis proyek yang dikombinasikan dengan konteks STEM mendorong siswa untuk berpikir divergen dan menghasilkan solusi yang lebih kreatif (Owens & Hite, 2020; Ubuz & Aydınyer, 2019).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengembangan model pembelajaran atau bahan ajar, dan belum banyak yang secara spesifik mengkaji kualitas instrumen evaluasi yang digunakan untuk mengukur kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa. Padahal, instrumen yang valid dan reliabel merupakan komponen penting untuk memperoleh data yang akurat serta menjadi dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan pembelajaran (Gall et al., 1996).

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pengembangan instrumen tes yang mampu mengukur kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa secara tepat dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran berbasis STEM–PjBL. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan dan pengujian validitas instrumen tes pretest dan posttest kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa

yang digunakan dalam pengembangan e-modul matematika berbasis STEM terintegrasi Project-Based Learning (PjBL) di SMP Negeri 1 Telaga Kabupaten Gorontalo. Hasil penelitian ini terbatas pada tahap validasi instrument yang menjadi dasar bagi penelitian lanjutan pada tahap uji kepraktisan dan keefektifan, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan evaluasi pembelajaran matematika berbasis inovasi digital.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development). Penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk pembelajaran dan menilai kelayakan produk tersebut sebelum diterapkan secara luas dalam proses pembelajaran. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini meliputi e-modul matematika berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) yang terintegrasi dengan Project-Based Learning (PjBL) serta instrumen tes pretest dan posttest kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa.

Pendekatan penelitian difokuskan pada uji validasi produk dan instrumen, sehingga penelitian ini belum sampai pada tahap implementasi pembelajaran dan pengujian keefektifan. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu analysis, design, development, implementation, dan evaluation. Namun, dalam penelitian ini pelaksanaan hanya dilakukan sampai tahap development. Tahap analysis dilakukan untuk mengkaji kebutuhan pembelajaran, kurikulum, serta karakteristik materi dan siswa. Tahap design dilakukan dengan merancang struktur e-modul dan menyusun kisi-kisi instrumen tes. Tahap development dilakukan dengan mengembangkan e-modul dan instrumen tes, kemudian melakukan validasi oleh ahli. Tahap implementation dan evaluation tidak dilakukan karena penelitian ini difokuskan pada menghasilkan produk yang valid dan layak digunakan sebagai dasar penelitian lanjutan.

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 1 Telaga Kabupaten Gorontalo. Subjek penelitian pada tahap validasi adalah validator ahli, yang terdiri atas ahli materi matematika dan praktisi pendidikan. Siswa kelas VIII yang berjumlah 239 siswa digunakan sebagai konteks pengembangan produk. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas:

1. E-modul matematika berbasis STEM terintegrasi PjBL, yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran kontekstual dan berbasis proyek.
2. Instrumen tes pretest dan posttest, masing-masing terdiri atas enam butir soal uraian yang disusun untuk mengukur kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa.

Instrumen tes disusun berdasarkan indikator kemampuan penalaran matematis dan indikator kreativitas, yaitu kelancaran, keluwesan, kebaruan, dan keterincian. Validasi dilakukan untuk menilai kelayakan e-modul dan instrumen tes sebelum digunakan dalam pembelajaran. Aspek yang dinilai pada e-modul meliputi kesesuaian materi dengan kompetensi dasar, keterpaduan unsur STEM, kesesuaian sintaks PjBL, kejelasan penyajian, kebahasaan, dan tampilan. Sementara itu, validasi instrumen tes meliputi kesesuaian soal dengan indikator kemampuan, kejelasan rumusan soal, ketepatan bahasa, dan tingkat kesulitan.

Penilaian validasi dilakukan menggunakan skala Likert lima tingkat. Skor yang diperoleh kemudian dirata-ratakan untuk menentukan kategori validitas. Data hasil validasi dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Skor penilaian dari validator dihitung rata-ratanya, kemudian dikonversi ke dalam kategori validitas berdasarkan kriteria Guilford. Produk dan instrumen dinyatakan layak digunakan apabila memperoleh kategori valid atau sangat valid. .Kriteria validitas instrumen ditentukan berdasarkan interpretasi koefisien validitas menurut Guilford.

Tabel 1. Kriteria Validitas Instrumen (Guilford)

Rentang Koefisien (r)	Kategori Validitas
0,80 □ r □ 1,00	Validitas Sangat Tinggi

0,60 □ r < 0,80	Validitas Tinggi
0,40 □ r < 0,60	Validitas Sedang
0,20 □ r < 0,40	Validitas Rendah
0,00 □ r < 0,20	Validitas Sangat Rendah
r < 0,00	Tidak Valid

Hasil dan Pembahasan

Hasil Validasi E-Modul

Validasi e-modul matematika berbasis STEM terintegrasi Project-Based Learning (PjBL) dilakukan oleh dua validator, yaitu ahli materi dan praktisi pendidikan. Penilaian mencakup enam aspek utama. Hasil validasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi E-Modul Matematika Berbasis STEM–PjBL

No	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-rata	Kategori
		1	2		
1	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar	5	4	4,50	Sangat Valid
2	Keterpaduan unsur STEM	4	5	4,50	Sangat Valid
3	Kesesuaian sintaks Project-Based Learning	4	4	4,00	Valid
4	Kejelasan dan sistematika penyajian	5	4	4,50	Sangat Valid
5	Ketepatan penggunaan Bahasa	4	5	4,50	Sangat Valid
6	Kemenarikan tampilan e-modul	4	4	4,00	Valid
Rata-rata Keseluruhan				4,33	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 2, skor rata-rata validasi e-modul sebesar 4,33, sehingga e-modul dinyatakan sangat valid dan layak digunakan pada tahap penelitian selanjutnya. Hasil validasi ditunjukkan pada Tabel 2. Rata-rata skor yang diperoleh untuk setiap aspek berkisar antara 4,00 hingga 4,50. Skor rata-rata keseluruhan e-modul adalah 4,33, sehingga e-modul termasuk kategori sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi kriteria kelayakan dari segi materi, integrasi STEM, sintaks PjBL, penyajian, bahasa, dan tampilan. Dengan demikian, e-modul siap digunakan pada tahap penelitian selanjutnya, khususnya pada pengujian kepraktisan dan keefektifan dalam pembelajaran.

Hasil Validasi Instrumen Tes Pretest

Instrumen tes pretest terdiri atas enam soal uraian yang divalidasi berdasarkan kesesuaian indikator, kejelasan redaksi, bahasa, dan tingkat kesulitan. Hasil validasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Instrumen Tes Pretest

No	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-rata	Kategori
		1	2		
1	Kesesuaian soal dengan indikator penalaran matematis	4	5	4,50	Sangat Valid
2	Kesesuaian soal dengan indikator kreativitas	4	4	4,00	Valid
3	Kejelasan rumusan soal	5	4	4,50	Sangat Valid
4	Ketepatan penggunaan bahasa	4	5	4,50	Sangat Valid
5	Tingkat kesulitan soal	3	4	3,50	Valid
Rata-rata Keseluruhan				4,20	Valid

Berdasarkan Tabel 3, skor rata-rata validasi instrumen pretest adalah 4,20 dengan kategori valid. Berdasarkan Tabel 3, skor rata-rata setiap aspek berkisar antara 3,50 hingga 4,50. Aspek kesesuaian soal

dengan indikator penalaran matematis dan kejelasan rumusan soal memperoleh skor rata-rata 4,50 (sangat valid), sedangkan aspek kesesuaian soal dengan indikator kreativitas dan tingkat kesulitan soal memperoleh skor 4,00 dan 3,50 (kategori valid). Rata-rata keseluruhan skor validasi instrumen pretest adalah 4,20, sehingga instrumen berada pada kategori valid dan layak digunakan pada tahap penelitian selanjutnya setelah dilakukan revisi pada butir soal yang dinyatakan kurang valid.

Hasil Validasi Instrumen Tes Posttest

Instrumen tes posttest juga terdiri atas enam soal uraian. Hasil validasi instrumen posttest disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Instrumen Tes Posttest

No	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-rata	Kategori
		1	2		
1	Kesesuaian soal dengan indikator penalaran matematis	5	5	5,00	Sangat Valid
2	Kesesuaian soal dengan indikator kreativitas	4	5	4,50	Sangat Valid
3	Kejelasan dan sistematika soal	5	4	4,50	Sangat Valid
4	Ketepatan penggunaan Bahasa	4	4	4,00	Valid
5	Kesesuaian soal dengan tujuan pembelajaran	5	5	5,00	Sangat Valid
Rata-rata Keseluruhan				4,60	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 4, hasil validasi instrumen tes posttest menunjukkan bahwa secara keseluruhan instrumen tersebut tergolong sangat valid dengan rata-rata skor keseluruhan sebesar 4,60. Setiap aspek yang dinilai oleh para validator memperoleh skor yang tinggi.

Aspek kesesuaian soal dengan indikator penalaran matematis dan kesesuaian soal dengan tujuan pembelajaran mendapatkan skor tertinggi, yaitu 5,00, sehingga keduanya termasuk dalam kategori Sangat Valid. Aspek kesesuaian soal dengan indikator kreativitas dan kejelasan serta sistematika soal masing-masing memperoleh skor rata-rata 4,50, yang juga tergolong Sangat Valid. Sementara itu, aspek ketepatan penggunaan bahasa memperoleh skor 4,00, masuk dalam kategori Valid, namun tetap menunjukkan instrumen telah memenuhi standar kejelasan bahasa yang baik.

Hasil ini menunjukkan bahwa instrumen tes posttest yang dikembangkan memiliki kualitas yang baik dari segi kesesuaian dengan indikator penilaian, kejelasan, sistematika, ketepatan bahasa, dan tujuan pembelajaran. Dengan demikian, instrumen ini layak digunakan untuk mengukur kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa dalam penelitian ini.

Setelah instrumen tes pretest dan posttest dinyatakan valid oleh ahli, langkah selanjutnya adalah melakukan uji validitas empiris pada siswa. Uji ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan butir soal berdasarkan data hasil pengerjaan siswa, sehingga instrumen benar-benar layak digunakan sebagai alat ukur.

Uji validitas empiris instrumen pretest dilakukan dengan melibatkan 28 siswa kelas VIII.2. Validitas butir soal dianalisis menggunakan korelasi Pearson Product Moment antara skor butir soal dan skor total. Kriteria pengujian yang digunakan adalah apabila nilai ($r_{hitung} > r_{tabel}$) pada taraf signifikansi 5%, maka butir soal dinyatakan valid. Berdasarkan jumlah responden, diperoleh nilai ($r_{tabel} = 0,361$).

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Empiris Soal Pretest

No Soal	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
1	0,52	0,361	Valid
2	0,25	0,361	Tidak Valid
3	0,47	0,361	Valid
4	0,38	0,361	Valid

5	0,29	0,361	Tidak Valid
6	0,41	0,361	Valid

Berdasarkan Tabel 5, hasil uji validitas empiris menunjukkan bahwa sebagian besar soal pretest dinyatakan valid, yaitu soal nomor 1, 3, 4, dan 6, dengan nilai r_hitung masing-masing 0,52; 0,47; 0,38; dan 0,41, yang lebih besar dari r_tabel sebesar 0,361. Hal ini menunjukkan bahwa soal-soal tersebut mampu mengukur kemampuan yang dimaksud secara signifikan. Sementara itu, soal nomor 2 dan 5 memiliki nilai r_hitung masing-masing 0,25 dan 0,29, lebih kecil dari r_tabel, sehingga dinyatakan tidak valid. Artinya, kedua soal ini kurang tepat dalam mengukur kemampuan siswa sesuai indikator yang ditetapkan.

Secara keseluruhan, hasil uji validitas empiris ini menunjukkan bahwa mayoritas soal pretest memenuhi kriteria validitas, namun terdapat beberapa soal yang perlu diperbaiki atau diganti agar instrumen tes dapat lebih akurat dalam mengukur kemampuan siswa.

Uji validitas empiris instrumen posttest juga dilakukan terhadap 28 siswa kelas VIII.2 dengan prosedur analisis yang sama. Hasil perhitungan validitas disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Validitas Empiris Soal Posttest

No Soal	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
1	0,58	0,361	Valid
2	0,62	0,361	Valid
3	0,45	0,361	Valid
4	0,33	0,361	Tidak Valid
5	0,49	0,361	Valid
6	0,40	0,361	Valid

Berdasarkan Tabel 6, dari enam butir soal posttest, terdapat lima soal yang dinyatakan valid dan satu soal yang tidak valid. Soal yang tidak valid selanjutnya direvisi agar sesuai dengan indikator kemampuan yang diukur.

Uji reliabilitas dilakukan menggunakan koefisien Cronbach's Alpha dengan bantuan SPSS terhadap 30 siswa kelas VIII.2. Instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai □□ 0,70. Hasil analisis menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,78 untuk instrumen pretest dan 0,82 untuk instrumen posttest. Dengan demikian, kedua instrumen memiliki tingkat konsistensi internal yang baik dan layak digunakan.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul matematika berbasis STEM terintegrasi Project-Based Learning (PjBL) yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan penilaian ahli dan praktisi pendidikan. Skor validasi e-modul berada pada kategori sangat valid, yang menunjukkan bahwa materi, keterpaduan unsur STEM, sintaks PjBL, kebahasaan, dan tampilan telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran matematika SMP. Hal ini sejalan dengan pendapat Borg dan Gall (2003) yang menyatakan bahwa produk pengembangan harus memenuhi validitas isi sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran.

Instrumen tes pretest dan posttest yang dikembangkan juga menunjukkan kualitas yang baik. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa sebagian besar butir soal berada pada kategori valid hingga sangat valid. Uji validitas empiris pada siswa menunjukkan bahwa 4 dari 6 butir soal pretest dan 5 dari 6 butir soal posttest dinyatakan valid. Selain itu, hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,78 untuk pretest dan 0,82 untuk posttest, yang mengindikasikan konsistensi internal instrumen yang baik.

Hasil analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda menunjukkan bahwa mayoritas soal berada pada kategori sedang dengan daya pembeda cukup hingga baik. Hal ini menandakan bahwa instrumen mampu mengukur kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa secara proporsional serta dapat membedakan kemampuan siswa dengan baik. Temuan ini sejalan dengan teori evaluasi pembelajaran yang

menyatakan bahwa instrumen yang baik harus valid, reliabel, serta memiliki tingkat kesukaran dan daya pembeda yang seimbang (Arikunto, 2013).

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa e-modul dan instrumen tes yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas sebagai produk penelitian pengembangan pada tahap validasi. Produk yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lanjutan pada tahap uji kepraktisan dan uji keefektifan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa e-modul matematika berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) yang terintegrasi dengan Project-Based Learning (PjBL) telah memenuhi kriteria valid dan layak digunakan berdasarkan penilaian ahli dan praktisi pendidikan. Instrumen tes pretest dan posttest yang dikembangkan juga dinyatakan valid dan reliabel, dengan sebagian besar butir soal memenuhi kriteria validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda yang baik.

Penelitian ini masih terbatas pada tahap validasi produk dan instrumen, sehingga belum mengkaji kepraktisan dan keefektifan e-modul dalam pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk menguji kepraktisan penggunaan e-modul serta keefektifannya dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematis dan kreativitas siswa secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Carter, D. & Lee, M. (2021). *Visual Design in Digital Education*. Los Angeles: SAGE Publications.

Ferdiani, R., & Pranyata, A. (2022). STEM Project untuk Mahasiswa Calon Guru Matematika. *Indonesian Journal of Mathematics Education*, 13(2), 211–225.

Fernandez, L. (2022). *Enhancing Creativity via Digital Platforms*. Madrid: Ediciones Cátedra.

Freeman, S., et al. (2014). *Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics*. PNAS, 111(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Gupta, R. (2017). *STEM Integration and Project-Based Learning*. New Delhi: Pearson Education India.

Hakiki, M. N., Fauzan, A., & Mardia, M. (2022). Pengembangan Modul Berbasis PjBL untuk Meningkatkan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 45–56.

Hana, N. (2025). Project-Based Learning dan Komunikasi Matematika Siswa.

Johnson, R., Smith, K., & Lee, H. (2005). *Integrative Approaches in Education*. New York: Academic Press.

Jurnal Ilmiah Pendidikan, 7(2), 112–120.

Lithner, J. (2008). *A Research Framework for Creative and Imitative Reasoning*. Educational Studies in Mathematics, 67(3), 255–276.

NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

OECD. (2018). PISA 2018 Results: *Combined Executive Summaries*. Paris: OECD Publishing. https://www.oecd.org/pisa/Combined_Executive_Summaries_PISA_2018.pdf

Putri, I. M. (2021). Pengembangan LKPD STEM Terbatas pada Materi Bangun Ruang. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(3), 78–88.

Rivera, C. (2018). Mathematical Reasoning and Digital Tools in Education. Madrid: Ediciones Pirámide.

Sari, A. D. (2023). E-Modul Berbasis PjBL di SMK: Kajian Praktikal. Jurnal Inovasi Pendidikan, 5(1), 34–42.

Sumarmo, U. (2005). Kecakapan Matematik dan Pembelajarannya. Bandung: FMIPA UPI.

Suryadi, D. (2012). Strategi Kognitif dalam Pembelajaran Matematika. Bandung: Refika Aditama.

Thomas, J. W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. San Rafael: The Autodesk Foundation.

UNESCO. (2019). Artificial Intelligence in Education. Paris: UNESCO.

Zhang, Y. (2022). Interactive E-Modules in Mathematics Education. Beijing: ssTsinghua University Press.